COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-QUARANTE-NEUVIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1909.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1909

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 5 JUILLET 1909.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles trialcoylacétophénones et sur les acides trialcoylacétiques qui en dérivent.* Note de MM. **A. Haller** et **Édouard Bauer**.

Dans nos Communications précédentes [1] nous avons montré que les quelques trialcoylacétophénones, préparées par notre procédé, se scindent nettement en benzine et amides des acides trialcoylacétiques suivant l'équation

$$(\text{I}) \qquad C^6H^5COC\begin{cases}R_1\\R_2\\R_3\end{cases} \rightarrow C^6H^6 + H^2N - CO - C\begin{cases}R_1\\R_2\\R_3\end{cases}$$

Il était intéressant de s'assurer si, la cétone s'alourdissant suffisamment du côté aliphatique, la scission se produirait encore dans le même sens ou dans le sens suivant :

$$(\text{II}) \qquad C^6H^5COC\begin{cases}R_1\\R_2\\R_3\end{cases} \rightarrow C^6H^5 - CONH^2 + CH\begin{cases}R_1\\R_2\\R_3\end{cases}$$

Le fait d'avoir pu isoler, dans certaines des réactions précédemment étudiées, des traces d'acide benzoïque, laissait le champ libre à l'hypothèse.

Nous montrerons dans le présent travail que, quel que soit le poids moléculaire des radicaux R, la scission se fait toujours suivant l'équation (I) et que, par suite, le mode de dédoublement de ces cétones est indépendant du

---

(1) A. Haller et Édouard Bauer, *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 70 et 127.

poids moléculaire des groupes voisins du radical CO et tient exclusivement à la nature de ces groupes.

Il a d'ailleurs été montré déjà que, si certaines xylylphénylcétones se scindent en majeure partie en acide benzoïque et xylène, la β-naphtylphénylcétone se dédouble presque exclusivement en benzène et amide naphtoïque.

Isopropyldiméthylacétophénone. — Cette cétone a été préparée suivant la méthode décrite ([1]), en faisant bouillir, au sein du benzène et du toluène, de l'isopropylphénylcétone, sodée avec de l'amidure en présence de l'iodure d'isopropyle :

$$C^6H^5CO\,CNa\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix} + CH^3-CHI-CH^3 = NaI + C^6H^5-CO-C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -CH\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$$

L'opération dure environ 8 heures et donne un rendement de 50 pour 100 en la cétone cherchée quand on opère dans un milieu benzénique, tandis que ce rendement s'élève à 80 pour 100 au sein du toluène.

L'isopropyldiméthylacétophénone constitue un liquide mobile à odeur assez agréable et distillant à 125°-126° sous 11^{mm}.

Son oxime, obtenue en chauffant sa solution alcoolique, pendant quelques heures, avec du chlorozincate d'hydroxylamine, cristallise au sein de l'alcool en aiguilles blanches fondant à 152°-153°.

L'*amide isopropyldiméthylacétique* $\begin{smallmatrix}CH^3\diagdown\\ CH^3\diagup\end{smallmatrix}CH-C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -CONH^2\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$ prend naissance en faisant bouillir, pendant 6 à 8 heures, la cétone avec la quantité théorique d'amidure de sodium et de la benzine. On traite ensuite par de l'eau, on distille le carbure, et l'on fait cristalliser le résidu.

Paillettes nacrées, peu solubles dans l'éther de pétrole et fondant à 133°-134°. Saponifiée en solution sulfurique par le nitrite de soude, ou les cristaux des chambres de plomb, cette amide fournit, avec des rendements presque quantitatifs :

L'*acide triméthylbutyrique* 2.2.3 ou *isopropyldiméthylacétique*

$$\begin{smallmatrix}CH^3\diagdown\\ CH^3\diagup\end{smallmatrix}CH\,C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -COOH.\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$$

([1]) Pauline Lucas, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVII, 1909, p. 127.

Huile distillant à 104°-105° sous 13mm et se prenant par refroidissement en une masse cristalline fondant à 50°. Dissoute dans l'éther de pétrole, elle y cristallise, quand on refroidit la solution à 0°, en cristaux rappelant ceux du camphre.

Dans le but de préparer une molécule dans laquelle le groupement aliphatique fût encore plus lourd que celui de l'isopropyldiméthylacétophénone, nous nous sommes adressés au laurylbenzène et aux benzylacétophénones substitués.

Laurylbenzène ou *undécylphénylcétone* $C^6H^5 - CO(CH^2)^{10} - CH^3$. — Obtenue par l'action du chlorure de lauryle sur le benzène, en présence du chlorure d'aluminium, cette cétone se présente sous la forme d'une masse cristalline à odeur rappelant un peu celle de l'orange, fondant à 45° et distillant à 201°-202° sous 9mm.

Avec cette undécylphénylcétone nous avons préparé, toujours en suivant le même processus, d'abord une *monométhylundécylphénylcétone*

$$C^6H^5 - CO\,CH\begin{cases} CH^3 \\ (CH^2)^9 CH^3, \end{cases}$$

liquide passant de 199° à 200° sous 9mm à 10mm, puis une *diméthylundécylphénylcétone* $C^6H^5 - CO\,C\begin{cases} CH^3 \\ (CH^2)^9 CH^3 \\ CH^3 \end{cases}$. La dernière méthylation a été effectuée au sein du toluène, tandis que la première a été faite en milieu benzénique.

Cette *diméthylundécylphénylcétone* ou *diméthyldécylacétophénone* constitue une huile presque inodore et ne cristallisant pas, même à − 10°. Elle bout à 198°-199° sous 9mm.

Chauffée pendant 6 à 8 heures, en solution benzénique avec de l'amidure de sodium finement pulvérisé, cette cétone fournit l'*amide de l'acide diméthyllaurique* 2.2 $C^{10}H^{21} - C\begin{cases} CH^3 \\ CO\,NH^2 \\ CH^3 \end{cases}$ qui, cristallisée au sein de la benzine, constitue des écailles nacrées, onctueuses au toucher et très légères qui fondent à 95°-96°.

L'*acide diméthyllaurique* 2.2 prend naissance quand on traite une solution de l'amide dans l'acide sulfurique à 0° par des cristaux des chambres de plomb ou par du nitrite de soude. L'emploi de ce dernier réactif donne les meilleurs résultats.

Cet acide distille à 184° sous 12mm en fournissant une masse cristalline fondant à + 27°. Il est isomère avec l'acide myristique qui fond à 11°.

Benzylacétophénones. — M. Claisen [1] a déjà obtenu la monobenzylacétophénone en faisant réagir du chlorure de benzyle sur l'acétophénone, sodée au moyen de l'amidure. La dibenzylacétophénone a été d'autre part préparée par M. Nef [2] dans l'action du même chlorure sur l'acétophénone en présence de l'alcoolate de sodium.

Quand on fait agir, au sein de l'éther, du chlorure de benzyle sur l'acétophénone préalablement chauffée avec de l'amidure, on remarque une réaction immédiate avec dépôt de chlorure de sodium. En décomposant le produit de réaction par de l'eau, chassant l'éther et distillant le résidu, on obtient : 1° une fraction passant vers 100° sous 12mm et renfermant l'acétophénone qui n'est pas entrée en réaction ; 2° une portion distillant de 175° à 190° sous 11mm, et enfin un produit distillant de 245° à 260° sous la même pression.

Il ne reste pour ainsi dire aucun résidu.

Les deux dernières fractions ne tardent pas à se prendre en masse, la première en fournissant la monobenzylacétophénone $C^6H^5CO.CH^2.CH^2C^6H^5$ fondant à 72°-73°, et la dernière en donnant de la dibenzylacétophénone

$$C^6H^5.CO.CH\begin{cases}CH^2C^6H^5\\CH^2C^6H^5\end{cases}$$ qui fond à 78°.

Ces deux cétones nous ont servi à préparer des produits de substitution plus avancés. En méthylant la monobenzylacétophénone, toujours dans les conditions précitées, on obtient d'abord un liquide bouillant à 184°-186° sous 11mm constitué par de la *monométhylbenzylacétophénone*

$$C^6H^5.CO.CH\begin{cases}CH^3\\CH^2C^6H^5\end{cases}$$ qui retraitée, au sein du toluène, d'abord par de l'amidure de sodium, puis par de l'iodure de méthyle, a finalement fourni la *diméthylbenzylacétophénone*

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\CH^2C^6H^5\\CH^3\end{cases}$$, huile distillant de 180° à 185° sous 11mm et ne cristallisant pas.

Son oxime, purifiée au sein de la benzine, constitue de petites aiguilles fondant à 191°.

Chauffée en milieu benzénique avec de l'amidure de sodium, la cétone

---

[1] Claisen, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXVIII, p. 698.
[2] Nef, *Ann. der Chemie*, t. CCCX, p. 322.

prend une coloration d'un rouge foncé, surtout quand l'ébullition dure trop longtemps. On arrête donc la réaction au bout de 3 heures et l'on ajoute quelques gouttes d'eau. Il se produit un dégagement d'ammoniaque, puis, brusquement, le contenu du ballon se prend en masse pour se liquéfier par une nouvelle addition d'eau. Après décantation et distillation de la benzine, on obtient un résidu qui cristallise. On purifie le produit en le redissolvant dans le benzène et ajoutant à la solution de l'éther de pétrole.

L'*amide de l'acide benzyldiméthylacétique* $C^6H^5.CH^2 - C\begin{array}{l} \diagup CH^3 \\ -CONH^2 \\ \diagdown CH^3 \end{array}$ se présente sous la forme de petites aiguilles fondant à 62°-63°.

Acide diméthylbenzylacétique $C^6H^5.CH^2.C\begin{array}{l} \diagup CH^3 \\ -COOH \\ \diagdown CH^3 \end{array}$ ou *α-diméthylhydrocinnamique*. — Quand on soumet l'amide à l'action de l'acide sulfurique et du nitrite de sodium, même à une température de 0°, il se produit toujours une coloration rouge sang, qui disparaît vers la fin de la réaction, et l'on obtient, après un traitement approprié, au lieu d'un acide unique, deux acides constitués, l'un par le produit cherché : l'acide benzyldiméthylacétique, et l'autre par un dérivé mononitré de cet acide.

Les résultats ont été beaucoup plus satisfaisants en opérant avec de l'acide chlorhydrique concentré, dans lequel l'amide se dissout facilement, et ajoutant à la liqueur la quantité théorique d'azotite de soude tout en maintenant la température vers 0°. Il se dégage de l'azote, et, quand l'opération est terminée, on traite par de l'éther qui dissout l'acide produit, ainsi qu'une certaine quantité d'amide non transformée. Il ne se forme pas d'acide nitré.

Isolé à l'état de pureté, l'*acide α-diméthydrocinnamique* (1) constitue une masse cristalline fondant à 57° et distillant à 172°-174° sous 19^{mm}.

Son dérivé nitré $C^{11}H^{13}NO^4$, dont nous n'avons pas encore élucidé la

---

(1) Sous le nom d'*éther benzylique de l'acide diméthylbenzylacétique*, M. Hodgkinson (*Ann. Chem.*, t. CCI, 1880, p. 171) a décrit un produit obtenu en faisant agir du sodium sur l'isobutyrate de benzyle. C'est un liquide distillant à 280°-285° et que l'auteur n'a pas réussi à saponifier sans décomposition de la molécule en acide benzoïque, acide isobutyrique et toluène. Un fait frappant, c'est le point d'ébullition relativement bas de cet éther : 280° à la pression ordinaire, alors que l'acide distille à 172°-174° sous 19^{mm}.

constitution, se présente sous la forme de cristaux jaunes fondant à 134°, distillant entre 220°-230° sous 20mm et peu solubles dans l'éther de pétrole.

La diméthylbenzylacétophénone a encore été préparée en faisant agir sur l'isopropylphénylcétone sodée du chlorure de benzyle. Le produit obtenu présentait tous les caractères de la cétone obtenue par le procédé décrit plus haut. Chauffé avec l'amidure de sodium, il fournit l'amide de l'acide benzyldiméthylacétique avec toutes ses propriétés.

Méthyldibenzylacétophénone $C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\CH^2C^6H^5\\CH^2C^6H^5\end{cases}$. — L'amidure de sodium, en réagissant sur la dibenzylacétophénone au sein du benzène, semble s'y dissoudre, sans toutefois donner lieu à un dégagement d'ammoniac. Si l'on substitue au benzène comme dissolvant le xylène, on observe nettement un départ d'ammoniac. Quand les $\frac{4}{5}$ de la base se sont dégagés, on ajoute l'iodure de méthyle et l'on chauffe pendant 6 à 7 heures.

Après refroidissement et traitement habituel, on obtient finalement un produit qui distille à 255°-257° et qui est constitué par la cétone cherchée.

La méthyldibenzylacétophénone cristallise au sein de l'alcool en cristaux prismatiques fondant à 61°.

Chauffée au sein du toluène avec de l'amidure de sodium, elle fournit l'*amide de l'acide dibenzylméthylacétique* $(C^6H^5CH^2)^2C\begin{cases}CH^3\\CONH^2\end{cases}$, composé cristallisant en milieu alcoolique en gros prismes fondant à 149°.

Nous n'avons, jusqu'à présent, pas réussi à transformer cet amide en acide. Son insolubilité dans l'acide chlorhydrique s'oppose à l'emploi de la réaction qui nous a servi pour la transformation de la diméthylbenzylacétamide en acide correspondant.

En résumé, ces recherches montrent : 1° que, grâce à l'amidure du sodium, on peut substituer à l'hydrogène de l'acétophénone les radicaux alcooliques les plus lourds ; 2° que, quels que soient ces radicaux, la rupture des cétones trialcoylées au moyen de l'amidure de sodium se fait toujours dans le sens de la formation des amides des acides trialcoylacétiques.

Nous continuons, dans notre laboratoire, l'étude de cette réaction, ainsi que celle des amides trialcoylacétiques.

GÉOLOGIE. — *Sur les relations tectoniques de l'île d'Elbe avec la Corse et sur la situation de celle-ci dans la chaîne alpine.* Note de M. **Pierre Termier**.

J'ai établi dans une Communication récente (¹) que l'île d'Elbe est un *pays de nappes*, et que l'on y compte trois nappes superposées. La nappe profonde est faite de granite, de gneiss, de micaschistes et d'une série sédimentaire très incomplète, où il y a du Trias, et de l'Éocène mélangé d'intrusions microgranitiques et dépourvu de roches vertes (sauf à l'extrémité occidentale de l'île). La nappe intermédiaire est faite de *Schistes lustrés* (avec roches vertes) identiques à ceux de la Corse. La nappe supérieure est formée d'une série sédimentaire qui commence au Silurien, comprend du Carbonifère, du Permien, du Trias, de l'Infralias et du Lias, et se termine par un Éocène différent de celui de la nappe profonde, un Éocène totalement dépourvu d'intrusions microgranitiques et très riche, par contre, en roches vertes.

D'autre part, nous avons, M. Eugène Maury et moi (²), démontré l'année dernière que la Corse orientale est également un *pays de nappes*. Là, ce sont les Schistes lustrés et leurs roches vertes qui forment la nappe profonde. Sur cette nappe profonde vient une autre nappe dont la base est une lame de granite écrasé, et qui, pour le surplus, est faite de lambeaux de Houiller, de Permien et de Trias, d'Infralias et de Lias, et enfin d'un Éocène où les roches vertes abondent. M. Maury a montré, il y a quelques semaines (³), que cette nappe supérieure est double et qu'elle renferme, près de Corte, deux lames de granite écrasé, séparées par de l'Éocène.

Le moment est venu de discuter la question des rapports tectoniques de l'île d'Elbe et de la Corse. Sont-ce les nappes de Corse qui, prolongées vers l'orient, forment l'île d'Elbe? Ou bien y a-t-il, entre la Corse et l'île d'Elbe, caché par les eaux, un *pays de racines* dont les plis se sont déversés dans deux directions différentes : les plis occidentaux vers la Corse, les plis orientaux vers l'île d'Elbe et l'Apennin? En d'autres termes, la Corse appartient-elle aux vraies Alpes, c'est-à-dire à cette partie de la grande chaîne tertiaire où les plis se sont couchés et ont cheminé du sud vers le nord et de l'est

---

(¹) P. Termier, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 1648-1652.

(²) P. Termier et E. Maury, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1426.

(³) E. Maury, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 1481.

vers l'ouest? ou bien appartient-elle à l'Apennin, où le sens de la translation superficielle paraît avoir été contraire? La question est importante, comme on le voit, et intéresse toute la géologie alpine et toute l'histoire récente de la Méditerranée occidentale.

J'ai dit ailleurs que cette question ne pouvait pas être résolue par la seule étude des nappes corses. L'étude des nappes corses apportait une présomption très forte en faveur de la *solution apennine*, en faveur du rattachement de la Corse à l'Apennin; mais il n'y avait pas de certitude. C'est pour cela que j'ai entrepris la revision de la tectonique elbaine.

La nappe profonde de l'île d'Elbe n'a pas son équivalent en Corse. Ce qui apparaît en Corse sous les Schistes lustrés, c'est un granite laminé (*protogine* des auteurs) qui ne diffère point, lithologiquement parlant, du granite écrasé de la nappe supérieure ([1]). Mais, dans les deux îles, l'Éocène superposé à la nappe de Schistes lustrés présente les mêmes faciès et la même abondance de roches vertes, et les mêmes types de roches vertes; et cette identité est telle qu'elle apporte le supplément de démonstration qui manquait.

La nappe supérieure de l'île d'Elbe n'est autre chose que le prolongement oriental de la nappe supérieure de Corse. Cette nappe, formée, en Corse, de granite écrasé, de débris de terrains primaires, de Trias et de Lias *à faciès quasi briançonnais*, perd peu à peu, en avançant vers l'est, sa lame granitique de base, et modifie graduellement sa composition. Le Silurien y apparaît. Le caractère *briançonnais* du Secondaire s'efface à peu près complètement. Mais l'Éocène y demeure invariable, avec les mêmes schistes, les mêmes grès, les mêmes jaspes, les mêmes calcaires blancs, les mêmes serpentines, les mêmes euphotides et les mêmes diabases.

La Corse appartient donc à l'Apennin, et l'île d'Elbe n'est plus, entre les nappes corses et les nappes apennines, qu'un trait d'union. C'est, très exactement, la solution que M. Steinmann avait indiquée comme la plus probable quand il a proposé de regarder tout l'Apennin septentrional comme un pays de nappes ([2]). Du même coup, la théorie de M. Steinmann se trouve singulièrement confirmée. Ce sont, semble-t-il, les deux nappes les plus basses de l'île d'Elbe qui, se prolongeant à l'est, forment tout l'Apennin septentrional; et la nappe supérieure, la nappe de l'Éocène corse, paraît ne plus exister

---

([1]) P. Termier et J. Deprat, *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 206.

([2]) G. Steinmann, *Alpen und Apennin* (*Monatsberichte der deutschen geol. Gesellsch.*, 1907, p. 177).

sur le continent. A travers les *fenêtres* de la nappe de Schistes lustrés, c'est la nappe profonde de l'île d'Elbe, avec son granite et son microgranite, et avec son Éocène très particulier, que l'on aperçoit dans l'Apennin : mais, en arrivant au continent, cette nappe profonde s'est enrichie en terrains secondaires, et c'est surtout par le Secondaire qu'elle est désormais caractérisée (Alpes apuennes).

On comprend dès lors que l'Éocène de la nappe profonde elbaine (e^5 et e^6 de M. Lotti), totalement dépourvu de roches vertes dans la région centrale et dans la région orientale de l'île, contienne des roches vertes dans la région occidentale, sur le pourtour du Monte Capanne. Si l'on replaçait par la pensée dans leur situation originelle les terrains des trois nappes elbaines, on verrait l'Éocène, de l'est à l'ouest : d'abord non métamorphique, et très mêlé d'intrusions microgranitiques; puis contenant à la fois des microgranites et des roches vertes; puis riche en roches vertes *et profondément métamorphique* (faciès Schistes lustrés); enfin, de nouveau non métamorphique, et toujours très chargé de roches vertes (faciès corse).

Revenons à la Corse et, nous appuyant sur les dernières observations de M. Maury (1), précisons la structure de cette île. Sur le bord oriental de la région cristalline, on voit, entre Castirla et Castiglione, les Schistes lustrés s'enfoncer sous le granite, et le granite écrasé de la nappe supérieure se relier au granite normal de la haute chaîne corse. Les Schistes lustrés se prolongent donc à l'ouest, *en profondeur, sous* cette haute chaîne; mais il est certain qu'ils ne vont pas bien loin vers l'ouest, puisque le granite qui apparaît *sous* ces Schistes dans la région du Tenda ne diffère pas, lithologiquement, du granite qui est *dessus*.

Le bord occidental de la zone des Schistes lustrés, de la zone que j'ai appelée *zone axiale* des Alpes, de la *zone lépontine* de M. Steinmann, est ainsi caché sous la Corse granitique, et probablement sous la ligne des plus hauts sommets de l'île. La Corse granitique, origine de la nappe supérieure, correspond, stratigraphiquement, à la zone située immédiatement à l'ouest de la zone des Schistes lustrés, c'est-à-dire à la zone du Briançonnais : et l'on s'explique dès lors le faciès quasi briançonnais du Secondaire corse. La Corse granitique, qui, dans sa partie occidentale, a tous les caractères d'un *pays autochtone,* d'un *pays de racines,* confine certainement à l'ouest à la bande autochtone, malheureusement effondrée et désormais invisible, qui sépare le régime alpin du régime apennin.

---

(1) E. Maury, *loc. cit.*, p. 1481.

Cette bande autochtone, que l'on peut assimiler à un axe d'éventail, et qui est l'axe *tectonique* de la grande chaîne tertiaire, l'axe des Alpes en prenant le mot *Alpes* dans son sens général, cette bande, dis-je, est oblique sur la direction des zones stratigraphiques. En Piémont, elle paraît être en pleine zone des Schistes lustrés; et c'est pourquoi j'ai longtemps cru qu'elle se prolongeait à l'est de la Corse et à l'est de la Sardaigne [1]. Mais elle s'infléchit vers l'ouest à partir de la Ligurie et pénètre dans la zone stratigraphique dite *briançonnaise*. C'est sous la mer, et un peu à l'ouest des côtes de Corse, qu'elle continue sa marche vers le sud-ouest. Le problème tectonique alpin se trouve maintenant déplacé; et la question des Baléares, de la Sierra-Nevada et du Rif marocain est dorénavant à l'ordre du jour.

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Le nouveau Recueil des nivellements des chemins de fer de Russie comme base d'hypsométrie du pays.* Par M. J. de Schokalsky.

L'hypsométrie actuelle de la Russie d'Europe s'appuie sur les travaux de mon prédécesseur, maître et ami, le général A. de Tillo. Sa Carte fut basée sur 51385 points dont les hauteurs furent connues à ce temps. Une des bases principales de son travail fut le recueil de nivellements des chemins de fer, fait par lui, qui englobait 23742 verstes de lignes ferrées. Actuellement ils ont atteint 45000 verstes de développement et le réseau s'est surtout augmenté dans la Russie d'Europe où de grands espaces presque sans données précises sur des hauteurs du pays furent dernièrement coupés par de nouvelles lignes. Le nouveau recueil de nivellements s'imposait donc comme travail préparatoire à la construction d'une nouvelle Carte hypsométrique.

Nous l'avons commencé par des nivellements de raccordement entre les lignes elles-mêmes et les repères de hauteur connue, moyen unique pour débrouiller l'enchevêtrement des nivellements des lignes indépendantes qui portent des zéros différents. Plus de 200 nivellements de raccordements furent faits par nous et, grâce à ce travail, nous publions à ce moment un nouveau recueil de nivellements où chaque ligne de chemin de fer a sa cote la ramenant au zéro unique.

---

(1) P. Termier, *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. VII, p. 421.

Dans le travail précédent de M. le général de Tillo, l'erreur probable des résultats pour la partie ouest du réseau allait jusqu'à ± 1 sagène. Grâce aux travaux sur le terrain mentionnés plus haut, nous sommes arrivés à un résultat plus précis et, pour cette partie du réseau, l'erreur probable chez nous ne dépasse pas ± 0,3 sagène (± $0^m,6$).

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *L'Asie centrale russe et le niveau de ses bassins lacustres*. Par M. J. DE SCHOKALSKY.

La question du dessèchement de l'Asie centrale est depuis peu reprise dans le monde scientifique grâce aux observations et aux études des géographes russes (MM. L. Berg, I. Ignatoff, I. Tanfilief, etc.). Ce sont eux qui ont porté l'attention des savants sur un fait qui paraissait au premier moment très inattendu : le niveau de plusieurs bassins lacustres, et des plus grands, de l'Asie centrale russe avait monté et de beaucoup. Les données que nous avons pu recueillir sur cette question nous permettent de donner les limites approximatives du territoire où chose pareille fut observée. Au Nord, c'est la ligne du chemin de fer sibérien; au Sud, c'est le parallèle de 40°; à l'Ouest, c'est le Caucase et, à l'Est, probablement le Turkestan chinois. Un des plus grands lacs du monde, l'Aral, a haussé son niveau depuis 1885 de 2^m; tous les autres lacs de la région indiquée sont aussi en crue plus ou moins marquée. Cette marche ascendante a continué jusqu'à l'été de 1908 et s'est traduite par une augmentation de la végétation dans les parties cultivées ainsi que dans les contrées sauvages du pays, surtout dans les montagnes. En étudiant la quantité de pluie tombée durant la dernière trentaine d'années, nous avons pu démontrer que pour toute cette région il y a une augmentation notable, et si l'on prend les observations de Barnoul, en Sibérie, qui possède une très longue série, on voit que la quantité d'eau tombée continue à augmenter depuis une vingtaine d'années. Malheureusement nous ne possédons que peu de données sur les glaciers de la contrée et encore ces derniers, enregistrant les faits de longue durée, ne pourraient nous donner une réponse bien claire; mais les observations sur l'enneigement des glaciers que nous possédons confirment l'augmentation de l'eau tombée dans toute cette contrée. La crue des lacs et des rivières répond plus vite à la question étudiée par nous, et les données sur les débits de deux grandes rivières du pays, l'Amou et la Syr-Daria, nous le prouvent. En 1887, la première à Tchardjuï a charrié 4509648000 sag^3, tandis

qu'en 1901, 7064064000 sag^3, presque le double. Syr-Daria à Parman-Kourgan avait un débit, en 1899, de 1502935000 sag^3 et, en 1905, 2131927000 sag^3.

Évidemment cette crue que nous observons ne peut pas durer bien longtemps et, en étudiant les données historiques et autres, quoique peu précises, qu'on possède pour cette région, on doit conclure qu'il existe alternativement des périodes sèches et humides. On ne peut pas encore les bien désigner, mais on constate qu'elles ne coïncident pas bien avec celles de M. Brückner, à qui tout de même revient l'honneur d'avoir porté l'attention sur un tel ordre d'idées.

Enfin, toutes les données recueillies par nous ne permettent pas de prédire si nous approchons de la fin de la période humide ou non; nous pouvons seulement dire que nous avons dépassé le maximum.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. J.-C. Kapteyn obtient	29 suffrages
M. A. Riccò obtient	15 »

M. **J.-C. Kapteyn**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Quatre fascicules de la *Flore générale de l'Indo-Chine,* publiée sous la direction de M. H. Lecomte. (Présentés par M. Mangin.)

2° *Biologie florale*, par F. Péchoutre. (Présentée par M. Mangin.)

ASTRONOMIE. — *Occultations d'étoiles observées à l'équatorial Brünner* (0^m,16) *de l'Observatoire de Lyon, pendant l'éclipse de Lune du 3 juin.* Note [1] de M. J. GUILLAUME.

D'après l'état de l'atmosphère dans la journée et la soirée du 3 juin, toute observation semblait fort compromise. Mais la pluie ayant cessé, moins de 10 minutes avant l'entrée dans l'ombre, une courte éclaircie, à 12^h5^m t. m. Paris, permit de voir l'ombre qui, depuis 12 minutes d'après la *Connaissance des Temps,* envahissait le disque lunaire. De gros nuages noirs recouvrirent encore tout le ciel; néanmoins, après quelques trouées passagères, j'ai pu commencer les observations que je m'étais proposé de faire.

A cause de la forte déclinaison australe de la Lune, et de l'état atmosphérique, la définition des images était très mauvaise : le limbe lunaire, qui ondulait rapidement, présentait des dénivellations atteignant, et dépassant parfois, 10 secondes d'arc.

Voici le Tableau des occultations observées :

Étoiles.	Phénomènes.	T. m. Paris.	Remarques.
		h m s	
a.	Im.	13. 0. 9,0	Étoile en contact avec le limbe 7 secondes avant.
b.	Im.	13.15. 6,6	Perdue trop tôt : en contact avec le limbe.
c.	Im.	13.20.52,4	Étoile en contact 8 secondes avant.
d.	Im.	13.23.53,8	» 10 »
e.	Im.	13.30. 6,7	» 20 »
f.	Im.	13.32.40,7	Perdue trop tôt : en contact avec le limbe.
e.	Em.	14. 3. 9,2	Réapparition *dans* le bord lunaire; elle s'en détache 20 secondes après.
a.	Em.	14.12.54,1	Réapparition *dans* le bord lunaire; elle s'en détache 10 secondes après.
d.	Em.	14.23.13	En retard. Quand je parviens à saisir l'étoile, qui est pâle et diffuse, elle est loin du bord lunaire.

Ensuite, l'augmentation de l'éclairement du disque de la Lune a mis fin aux observations.

Vers le milieu de la totalité, la plus grande partie du disque montrait, à l'œil nu, la teinte habituelle rouge cuivre des éclipses; la partie inférieure du

---

(1) Reçue dans la séance du 28 juin 1909.

disque était très sombre, presque noire, tandis que la partie supérieure présentait un croissant jaune laiton.

Vers $13^h 55^m$, des éclairs diffus dessinaient les contours des masses nuageuses à l'horizon sud.

Voici, d'autre part, les mesures de positions des étoiles occultées, que l'état du ciel n'a pas permis d'effectuer avant le 19 [1]. Ces observations ont été faites également dans des conditions de définition qui laissaient fort à désirer : images instables et affaiblies par de la brume. Elles sont corrigées de la réfraction.

Étoiles.	Δα.	Δδ.	Nombre de pointés.
	m s	′ ″	
f — A	—1.14,65	—3.13,2	6 : 8
c — *f*	—0.23,13	—5.48,3	8 : 8
b — *c*	—0.17,43	—3. 7,8	8 : 8
a — *c*	—0.43,39	—5.23,7	8 : 8
e — *a*	+0.22,91	—8.22,6	6 : 8
d — *e*	+0.14,76	+2.48,5	8 : 8

J'en ai conclu les positions moyennes suivantes par rapport à l'étoile A = BD — 22,4232 (8,0) = Paris, 21237 :

Étoiles.		α 1909,0.	δ 1909,0.
		h m s	° ′ ″
A = BD — 22°,4232	(8,0)	16.46.33,67	—22.45.17,1
a = BD — 22,4223	(9,8)	16.44.12,50	—22.59.42,1
b = Anonyme	(10e)	16.44.38,46	—22.57.26,3
c = BD — 22,4227	(9,3)	16.44.55,89	—22.54.18,5
d = BD — 22,4225	(9,8)	16.44.50,16	—23. 5.16,3
e = BD — 22,4224	(9,2)	16.44.35,40	—23. 8. 4,8
f = BD — 22,4229	(9,5)	16.45.19,02	—22.48.30,2

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation des séries de Dirichlet.* Note de M. **Marcel Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

Soit donnée la série

$$\sum_1^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s},$$

les λ désignant une suite de constantes positives croissant vers l'infini. Nous

(1) Je remercie ici mon collègue, M. Flajolet, qui a bien voulu m'assister pour une partie de ces mesures.

posons

$$a_n e^{-\lambda_n s} = c_n, \qquad \sum_1^n c_k = s_n \qquad \text{et} \qquad \sigma(\lambda) = s_n \qquad \text{pour} \qquad \lambda_{n-1} < \lambda \leqq \lambda_n;$$

$$(1) \quad \mathbf{S}_n^{(1)} = c_1 + c_2 + \ldots + c_n - \frac{\lambda_1 c_1 + \ldots + \lambda_n c_n}{\lambda_n}$$
$$= \frac{s_1(\lambda_2 - \lambda_1) + s_2(\lambda_3 - \lambda_2) + \ldots + s_{n-1}(\lambda_n - \lambda_{n-1})}{\lambda_n} = \frac{1}{\lambda_n}\int_0^{\lambda_n} \sigma(\lambda)\, d\lambda,$$

et, dans un ordre d'idées général,

$$(2) \quad \mathbf{S}_n^{(k)} = c_1\left(1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_n}\right)^k + c_2\left(1 - \frac{\lambda_2}{\lambda_n}\right)^k + \ldots + c_n\left(1 - \frac{\lambda_n}{\lambda_n}\right)^k.$$

Nous appellerons la sommation par ces moyennes la *sommation typique d'ordre k des séries aux exposants* $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n, \ldots$.

Dans cette Note nous devons nous contenter de signaler quelques propriétés remarquables de ces moyennes.

Dans le cas $\lambda_n = n$, c'est-à-dire dans le cas qui provient d'une simple transformation de la *série entière*, notre méthode nous conduit à des moyennes entièrement équivalentes aux *moyennes arithmétiques*. (La forme est différente, excepté $k = 0$ et 1.)

Au cas $\lambda_n = \log n$, qui est des plus intéressants, nous appellerons la sommation typique *sommation logarithmique*. Un calcul élémentaire montre que la limite qu'on obtient de (1) en y posant $\lambda_n = \log n$ et la limite

$$(3) \qquad \lim_{n=\infty} \frac{\frac{s_1}{1} + \frac{s_2}{2} + \ldots + \frac{s_n}{n}}{\log n}$$

existent en même temps et sont égales. De plus, on a les théorèmes :

I. *Une série quelconque étant sommable par les moyennes arithmétiques d'ordre k est sommable par les moyennes logarithmiques du même ordre.*

II. *Supposons que la fonction $f(s)$ représentée dans une partie du plan par la série convergente $\sum a_n e^{-\lambda_n s}$ est régulière dans le domaine $\mathrm{R}(s) > c$ et n'admet sur la droite $\mathrm{R}(s) = c$ d'autres points singuliers que des pôles et des points critiques algébriques (en nombre fini) d'un ordre d'infinitude $\leqq m$* [1]. *Supposons, de plus, qu'il existe un nombre m' tel que la fonction $f(s)$ satis-*

---

[1] Dans un travail détaillé, nous démontrerons ce théorème dans une forme beaucoup plus générale. Cf. la remarque faite au sujet du théorème III de notre Note intitulée : *Sur les séries de Dirichlet* (28 juin 1909).

fait, dans le demi-plan $R(s) \geqq c$, *à la condition*

$$|f(s)| < C|s|^{m'}$$

(*pour des* $|s|$ *assez grandes*). *Alors la série est sommable en tout point régulier de la droite* $R(s) = c$ *par les moyennes typiques d'ordre* k, k *désignant un nombre positif tel que*

$$k > m' \quad \text{et} \quad k > m - 1.$$

La sommation est uniforme sur toute portion finie de la droite qui ne contient que des points réguliers.

Par exemple, la fonction $\zeta(s)$ rentre bien dans cette classe. *Sa série est sommable par les moyennes logarithmiques d'ordre* 1 *sur toute la droite*

$$R(s) = 1,$$

sauf le point $s = 1$. Ce fait résulte aussi immédiatement de la formule de M. Kinkelin, en tenant compte de la forme (3) de nos moyennes.

Le résultat le plus remarquable que nous avons obtenu par les moyennes considérées se rapporte à la multiplication des séries de Dirichlet. Soient $\sum a_n e^{-\lambda_n s}$ et $\sum b_n e^{-\mu_n s}$ deux séries de cette espèce. Leur produit formel donne de nouveau une série de Dirichlet qu'on obtient en ordonnant les quantités $\lambda_n + \mu_m$ d'après leur grandeur. Nous écrivons l'égalité formelle

$$\sum_1^\infty a_n e^{-\lambda_n s} \sum_1^\infty b_n e^{-\mu_n s} = \sum_1^\infty c_n e^{-\nu_n s}.$$

Le théorème que j'ai en vue (généralisation du théorème de Cesàro sur la multiplication de Cauchy) est le suivant :

III. *Les séries* $\sum_1^\infty a_n$ et $\sum_1^\infty b_n$ *étant convergentes la série* $\sum_1^\infty c_n$ *est sommable par les moyennes typiques d'ordre* 1 (formées avec les exposants ν) *et la somme ainsi définie est égale au produit* $\sum_1^\infty a_n \sum_1^\infty b_n$.

M. Landau avait démontré le théorème d'Abel pour le produit des séries de Dirichlet dont au moins l'une possède un domaine de convergence absolue [1]. Pour le cas général il regarde la question comme *ouverte*. *Par notre résultat cette question est résolue par l'affirmative.*

---

[1] E. Landau, *Ueber die Multiplikation Dirichlet'scher Richen* (*Rendiconti del Circolo mat. Palermo*, t. XXIV, p. 133).

A cette occasion nous ne nous arrêtons pas à la question de la multiplication des séries plusieurs fois indéterminées, l'indétermination étant définie par nos moyennes typiques. Nous préférons envisager un peu plus attentivement le cas particulier $\lambda_n = \log n$. Nos séries de la forme $\sum a_n n^{-s}$ et $\sum b_n n^{-s}$ étant convergentes, nous avons vu que leur produit est sommable par *les moyennes logarithmiques d'ordre* 1 (¹).

Par contre on peut donner des séries de Dirichlet convergentes dont le produit n'est sommable par aucune moyenne arithmétique (²). Telles sont par exemple aux points $1+ti\,(t\neq 0)$ les séries qui représentent les fonctions $[\zeta(s)]^\lambda$ et $[\zeta(s)]^\mu$, et μ désignant deux nombres positifs <1 et tels que $\lambda+\mu \geqq 1$. Ce fait gagnera en intérêt, si nous ajoutons que la sommation par des moyennes logarithmiques d'ordre 1 n'est aucunement plus générale que l'ensemble des méthodes des moyennes arithmétiques. Par conséquent les séries $\sum n \log n \cos n\varphi$ et $\sum n \log n \sin n\varphi\,[\varphi \neq 0\,(\text{mod}\, 2\pi)]$ sont sommables par toute moyenne arithmétique dont l'ordre (entier on non) est >1. On voit immédiatement qu'elles ne le sont pas par les moyennes logarithmiques d'ordre 1.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales singulières de certaines équations différentielles algébriques.* Note de M. **B. Gambier**, présentée par M. Painlevé.

Dans les *Comptes rendus* du 18 janvier 1909, M. Chazy étudie des équations différentielles du deuxième ordre et du deuxième degré dont l'intégrale générale est uniforme, tandis que l'intégrale singulière possède des points critiques mobiles.

Je voudrais, dans le même ordre d'idées, citer une équation du troisième ordre et du deuxième degré dont l'intégrale générale et l'intégrale singulière sont respectivement les racines P^{ièmes} et Q^{ièmes} de fonctions à points critiques fixes, P et Q étant des entiers aussi grands qu'on veut.

Dans ce qui suit, p et q ou bien p' et q' sont un couple d'entiers premiers entre eux; $a(x)$, $b(x)$, $A(x)$ sont des fonctions analytiques de x.

(¹) On obtient un résultat intéressant en joignant ce fait au théorème suivant : *La série* $\sum \lambda_n$ *étant sommable par les moyennes logarithmiques d'ordre* 1, *la série* $\sum \frac{c_n}{\log n}$ *est sommable par les moyennes arithmétiques du même ordre. Il en résulte que la série* $\sum c_n n^{-s}$ *et ses dérivées sont sommables par les mêmes moyennes pour toute valeur de s telle que* $R(s) > 0$.

(²) Voir le théorème IV de notre Note citée.

J'intègre l'équation

$$(1) \qquad R \equiv \frac{y''}{y} + \frac{p}{q}\frac{y'^2}{y^2} + a(x)\frac{y'}{y} + b(x) = 0$$

en écrivant

$$u'' + a(x)u' + \frac{p+q}{q}b(x)u = 0, \qquad y = u^{\frac{q}{p+q}}.$$

Je forme une équation analogue, contenant une constante arbitraire

$$(2) \qquad \sqrt{R} = \frac{p'}{q'}\frac{y'}{y} + \int A(x)\,dx,$$

d'où, en éliminant la constante arbitraire,

$$(3) \qquad R' = 2\sqrt{R}\left[\frac{p'}{q'}\left(\frac{y''}{y} - \frac{y'^2}{y^2}\right) + A(x)\right].$$

L'équation (3) possède les propriétés annoncées : elle est du troisième ordre et du deuxième degré, l'intégrale générale est donnée par (2) où l'on a fixé la détermination de $\int A(x)\,dx$, c'est la puissance $\frac{qq'^2}{(p+q)q'^2 - qp'^2}$ de l'intégrale d'une équation linéaire et du second ordre. L'intégrale singulière est donnée par (1), c'est la puissance $\frac{q}{p+q}$ de l'intégrale d'une équation linéaire et du deuxième ordre. Les entiers $(p+q)q'^2 - pq'^2$ et $p+q$ peuvent être pris l'un arbitraire, l'autre aussi grand qu'on veut.

Si je pose maintenant

$$y = v^{\frac{D}{(p+q)q'^2 - qp'^2}},$$

où D désigne un diviseur quelconque de qq'^2, *l'équation* (3) *donne une équation en* v *du troisième ordre et de degré élevé dont l'intégrale générale est à points critiques fixes* (*puissance entière de l'intégrale d'une équation linéaire du deuxième ordre*) *et dont l'intégrale singulière est la puissance*

$$\frac{[(p+q)q'^2 - qp'^2]q}{D(p+q)}$$

d'une telle fonction. Il suffit maintenant de poser

$$v = \frac{d^r}{dx^r}V$$

pour avoir une équation en V d'ordre $r+3$ de degré égal à celui de l'équation en v, dont l'intégrale générale est à points critiques fixes, pendant que l'intégrale singulière, qui contient $r+2$ constantes arbitraires, a des points critiques mobiles.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires et les transcendantes uniformes du second ordre.* Note de M. **René Garnier**, présentée par M. Painlevé.

1. Considérons une équation linéaire du second ordre qui ne possède comme singularités à distance finie que *deux* points, apparemment singuliers, λ et μ. Cette équation est de la forme

$$(1)\quad \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \left[a_m x^m + \ldots + a_0 + \frac{3}{4(x-\lambda)^2} + \frac{\rho}{x-\lambda} + \frac{3}{4(x-\mu)^2} + \frac{\sigma}{x-\mu} \right] y,$$

où ρ et σ satisfont à des conditions connues.

Le problème que je traiterai ici est le suivant :

Choisir pour $a_m, \ldots, a_0, \lambda, \mu, \rho, \sigma$ des fonctions de deux paramètres t et u, et déterminer quatre fonctions A, B, C, D, *rationnelles en x (dépendant de et u) de telle sorte que le système* S *formé par les équations* (1) *et* (2)

$$(2)\quad \frac{\partial y}{\partial t} = \mathrm{A}y + \mathrm{B}\frac{\partial y}{\partial x}, \qquad \frac{\partial y}{\partial u} = \mathrm{C}y + \mathrm{D}\frac{\partial y}{\partial x}$$

soit complètement intégrable. Je me limiterai d'ailleurs au cas où l'entier m ne dépasse pas 4 [1].

Je montre d'abord que, par une transformation simple, on peut prendre

$$\mathrm{B} = \frac{\alpha}{x-\lambda} + \frac{\beta}{x-\mu}, \qquad \mathrm{D} = \frac{\gamma}{x-\lambda} + \frac{\delta}{x-\mu}.$$

On doit avoir

$$\alpha + \beta = \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \qquad \gamma + \delta = \frac{\partial \varphi}{\partial u}.$$

2. Supposons d'abord

$$(\alpha - \beta)\frac{\partial \varphi}{\partial u} - (\gamma - \delta)\frac{\partial \varphi}{\partial t} \neq 0.$$

On peut prendre alors pour nouveaux paramètres

$$t_1 = \varphi(t, u)$$

---

[1] Ce problème renferme comme cas particulier le problème traité dans les *Comptes rendus*, 17 mai 1909.

et

$$u_1 = \int \frac{1}{s}[(\alpha - \beta)\,dt + (\gamma - \delta)\,du],$$

en désignant par $\frac{1}{s}$ un facteur intégrant de $(\alpha - \beta)\,dt + (\gamma - \delta)\,du$.

Cela étant, les coefficients a_4, a_3, a_2, a_1 ont pour valeurs

$$a_4 = 2\alpha, \qquad a_3 = \frac{4b}{3}, \qquad a_2 = 4at_1 + c, \qquad a_1 = \frac{4bt_1}{3} + d,$$

a, b, c, d représentant quatre constantes arbitraires; a_0 et $\rho - \sigma$ sont des fonctions rationnelles de $\lambda - \mu = \xi$, $\lambda + \mu = \eta$, $\rho + \sigma = \zeta$ et t_1; ξ, η, ζ, s satisfont au système suivant, (Σ) :

$$(3) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial \xi}{\partial t_1} = \dfrac{2}{\xi} + \dfrac{P}{\zeta}, \\ \dfrac{\partial \eta}{\partial t_1} = \zeta, \\ \dfrac{\partial \zeta}{\partial t_1} = \dfrac{\partial P}{\partial \xi}, \end{cases} \qquad (4) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial \xi}{\partial u_1} = s\zeta, \\ \dfrac{\partial \eta}{\partial u_1} = s\dfrac{P}{\zeta}, \\ \dfrac{\partial \zeta}{\partial u_1} = s\dfrac{\partial P}{\partial \eta}, \end{cases}$$

où

$$(5) \qquad P = a\xi\eta(\xi^2 + \eta^2 - 4t_1) + b\xi(\xi^2 + 3\eta^2 - 4t_1) + c\xi\eta + d.$$

Ce système admet quatre formes canoniques de réduction, dont chacune est une dégénérescence de la suivante :

(Σ_1) $a = 0 = b = c$, $d = 1$; (Σ_2) $a = 0 = b = d$, $c = 1$;
(Σ_3) $a = 0 = c = d$, $b = 1$; (Σ_4) $b = 0 = c$, $a = 1$.

Pour intégrer (Σ), il faut d'abord intégrer (3), système différentiel ordinaire en t_1, et prendre pour les constantes d'intégration des fonctions de u_1 de façon à vérifier les deux équations résultant de (4) par l'élimination de s; et s sera donné enfin par l'une des relations (4).

L'étude de (Σ_1) et (Σ_2) est facile; ξ^2, η, ζ sont des fonctions rationnelles de t_1 pour (Σ_1), de e^{t_1} pour (Σ_2), dépendant de deux constantes arbitraires et d'une fonction arbitraire de u_1; lorsque t_1 et u_1 varient, le point ξ, η, ζ décrit une surface rationnelle.

Pour (Σ_3) et (Σ'_4) [1], ξ^2, η, ζ sont des fonctions rationnelles, à coeffi-

---

[1] (Σ'_4) désigne le système obtenu en faisant $d = 0$ dans (Σ_4). L'intégration du système général (Σ_4) paraît difficile; je me réserve d'étudier les propriétés des intégrales de (Σ_4) par une voie indirecte.

cients numériques de t_1, v, $\frac{dv}{dt_1}$ et w, où v, w désignent une solution quelconque du système (6) pour (Σ_3) et (7) pour (Σ'_4) :

$$(6)\qquad \frac{d^2 v}{dt_1^2} = 6v^2 - 32t_1, \qquad \frac{\partial w}{\partial t_1} = \frac{w^2 - 3v}{2};$$

$$(7)\qquad \frac{d^2 v}{dt_1^2} = 2v^3 - 8t_1 v, \qquad \frac{\partial w}{\partial t_1} = vw.$$

Dans tous les cas ξ^2, η, ζ *sont des fonctions uniformes de* t_1, qui pour (Σ_3) et (Σ'_4) sont *transcendantes de second ordre*. Dans ces deux derniers cas l'intégrale de (3) est une fonction essentiellement transcendante de deux des constantes d'intégration et algébrique de la troisième; pour satisfaire à (4) il faut prendre pour les deux premières des constantes absolues; la troisième reste une fonction arbitraire de u_1. Le point $\xi^2 = X, \eta, \zeta$ décrit, lorsque t_1 et u_1 varient, une surface transcendante possédant un faisceau de courbes rationnelles; cette surface appartient à un réseau transcendant dont les éléments se correspondent par des transformations biuniformes. On peut faire dégénérer la surface (ξ, η, ζ) en surface *elliptique* possédant *deux* faisceaux de courbes de genre 1 : les courbes du faisceau rationnel sont équianharmoniques pour (Σ_3) et harmoniques pour (Σ'_4), et la surface (X, η, ζ) devient alors une transformée (birationnelle) de la surface réglée elliptique.

Il est bien remarquable *qu'on puisse retrouver deux des transcendantes nouvelles introduites par M. Painleve en partant directement du système* (3), (4) (où P désigne une fonction quelconque de ξ, η, t_1) : on trouve, en effet, que ce système n'est complètement intégrable que si $P(\xi, \eta, t_1)$ est de la forme (5).

3. Si l'on suppose maintenant

$$(\alpha - \beta)\frac{\partial \varphi}{\partial u} - (\gamma - \delta)\frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0,$$

on en conclut

$$\alpha - \beta = \frac{\partial r(\varphi)}{\partial t}, \qquad \gamma - \delta = \frac{\partial r(\varphi)}{\partial u}.$$

Les coefficients de (1) se réduisent à des fonctions de $\varphi(t, u) = t_1$, et les fonctions $\xi, \eta, \zeta, s = \frac{dr}{d\varphi}$ satisfont au système

$$(8)\qquad \begin{cases} \dfrac{d\xi}{dt_1} = \dfrac{2}{\xi} + \dfrac{P}{\zeta} + s\zeta, \\[2mm] \dfrac{d\eta}{dt_1} = \zeta + \dfrac{sP}{\zeta}, \\[2mm] \dfrac{d\zeta}{dt_1} = \dfrac{\partial P}{\partial \xi} + s\dfrac{\partial P}{\partial \eta}, \end{cases}$$

où P conserve l'expression (5). L'intégration de ce système est donnée par celle du système Σ (où P a la même valeur) : il suffit de remplacer la fonction arbitraire de u_1 par une fonction arbitraire de t_1 ; les équations (8) se réduisent alors à une seule qui fait connaître s.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques inégalités jouant un rôle dans la théorie des vibrations élastiques et des vibrations électriques.* Note de M. A. **Korn**, présentée par M. Émile Picard.

On connaît des théorèmes importants sur l'expression

$$\frac{\int_\tau \varphi^2\,d\tau}{\int_\tau \left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right] d\tau},$$

où φ représente une fonction continue avec ses premières dérivées dans un domaine τ dont la surface fermée possède en chacun de ses points un plan tangent unique et deux rayons de courbure principaux bien déterminés. Je donnerai ici deux théorèmes analogues sur l'expression

$$Q = \frac{\int_\tau (u^2 + v^2 + w^2)\,d\tau}{\int_\tau \left[\mathrm{S}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \frac{k-1}{2}\theta^2 - \frac{1}{2}(\mathfrak{u}^2 + \mathfrak{v}^2 + \mathfrak{w}^2)\right] d\tau},$$

où u, v, w représentent trois fonctions continues avec leurs premières dérivées dans τ, où k est un nombre positif satisfaisant à l'inégalité

$$\frac{1}{3} < k < +\infty,$$

en nous servant des abréviations

$$\mathrm{S}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 = \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2,$$

$$\theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z},$$

$$\mathfrak{u} = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z},$$

. . . .

I. Si les fonctions u, v, w satisfont aux conditions

$$(1^a)\qquad \begin{cases} \displaystyle\int_\tau u\,d\tau = \int_\tau v\,d\tau = \int_\tau w\,d\tau = 0, \\ \displaystyle\int_\tau \mathfrak{u}\,d\tau = \int_\tau \mathfrak{v}\,d\tau = \int_\tau \mathfrak{w}\,d\tau = 0, \end{cases}$$

on aura toujours

$$(1^b)\qquad Q \leqq c,$$

où c est une constante *finie* ne dépendant que de la surface σ du domaine τ et de k.

II. Soient

$$u_j,\ v_j,\ w_j \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots, p)$$

$p+1$ triplets linéairement indépendants de fonctions continues avec leurs premières dérivées dans τ; posons

$$(2^a)\qquad \begin{cases} u = \alpha_0 u_0 + \alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2 + \ldots + \alpha_p u_p, \\ v = \alpha_0 v_0 + \alpha_1 v_1 + \alpha_2 v_2 + \ldots + \alpha_p v_p, \\ w = \alpha_0 w_0 + \alpha_1 w_1 + \alpha_2 w_2 + \ldots + \alpha_p w_p; \end{cases}$$

alors on pourra toujours choisir les $p+1$ constantes $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$, de manière qu'on ait

$$(2^b)\qquad Q \leqq c_p,$$

où c_p est une constante (dépendant uniquement de la surface σ du domaine τ, de k et de p) qu'on peut faire aussi petite qu'on veut en agrandissant p.

La vraie difficulté pour arriver à ces deux résultats consiste à démontrer le théorème fondamental suivant :

Soient u, v, w trois fonctions quelconques continues avec leurs premières dérivées dans τ et satisfaisant aux six conditions

$$(3^a)\qquad \begin{cases} \displaystyle\int_\tau u\,d\tau = \int_\tau v\,d\tau = \int_\tau w\,d\tau = 0, \\ \displaystyle\int_\tau \mathfrak{u}\,d\tau = \int_\tau \mathfrak{v}\,d\tau = \int_\tau \mathfrak{w}\,d\tau = 0; \end{cases}$$

alors on aura toujours

$$(3^b)\qquad \int_\tau (\mathfrak{u}^2 + \mathfrak{v}^2 + \mathfrak{w}^2)\,d\tau \leqq (2-\varepsilon)\int_\tau \mathrm{S}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 d\tau$$

et

$$(3^e) \qquad \int_\tau \mathfrak{H}^2 \, d\tau \leqq (3 - E) \int_\tau \left[S\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 - \frac{1}{2}(u^2 + v^2 + w^2) \right] d\tau,$$

où ε et E *représentent deux nombres positifs*, différents de zéro, *ne dépendant que de la surface* σ *du domaine* τ *et de* k.

J'ai réussi à démontrer ces inégalités toutefois en supposant la continuité des premières dérivées des fonctions u, v, w telle qu'on ait pour deux points $x_1 y_1 z_1$ et $x_2 y_2 z_2$ quelconques de τ dont nous désignons la distance par r_{12}

$$|D_1 u(x_2 y_2 z_2) - D_1 u(x_1 y_1 z_1)| \leqq \text{const. fin. } r_{12}^{\alpha}, \qquad \ldots \qquad (\alpha > 0),$$

et je donnerai ces démonstrations dans un Mémoire plus étendu.

ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilité d'un gaz à la pression atmosphérique sous l'influence d'une haute tension alternative*. Note de M. A. Chassy, présentée par M. Lippmann.

La conductibilité d'un gaz est attribuée à la présence d'ions provenant de diverses causes. En soumettant à un champ électrique un gaz préalablement ionisé, il se produit un courant qui s'arrête bientôt par suite du transport des ions aux extrémités du champ. Un gaz n'est donc pas par lui-même un conducteur.

Si l'on soumet un gaz à un champ très intense il devient alors de lui-même conducteur, comme l'a montré M. Bouty dans l'étude des limites de l'état diélectrique: c'est-à-dire que les ions, dans ce cas, sont produits par l'influence directe du champ. Je me suis proposé, en opérant à la pression ordinaire, d'étudier l'allure de la conductibilité acquise sous l'influence d'un champ alternatif intense. J'ai étudié l'air et l'hydrogène. Avec ce dernier gaz les résultats sont réguliers. Dans le cas de l'air je n'ai pu débrouiller nettement certaines irrégularités que j'attribue aux réactions chimiques produites par l'effluve.

J'emploie un appareil, que j'appellerai *condensateur à gaz*, formé de deux cylindres de verre concentriques dont l'intervalle est rempli du gaz à étudier. Les armatures sont collées à l'extérieur du gros cylindre et à l'intérieur du petit. Par ce dispositif on évite la complication provenant des électrodes. Quand celles-ci ne sont pas séparées par un diélectrique solide, on n'obtient que des étincelles étroites au lieu d'effluves sillonnant tout le gaz.

Soient E la valeur efficace de la haute tension qui existe entre les armatures, ω la pulsation du courant et i l'intensité efficace du courant qui alimente le condensateur. Pour mesurer i, qui est relativement faible, je mets en série avec le condensateur à gaz un condensateur dont la capacité C_1 soit bien plus grande et soit connue. Avec un électromètre de capacité négligeable je mesure la différence de potentiel E_1 aux bornes de C_1. Je tire alors i de la formule $i = \omega C_1 E_1$. En variant C_1 on a une grande étendue dans l'échelle des mesures. Je prends les plus grandes précautions possibles au point de vue de l'isolement et je réunis au sol la borne du condensateur reliée au condensateur C_1.

Pour les tensions inférieures à une certaine valeur que j'appelle *tension critique,* et qui dépend des dimensions de l'appareil, le gaz n'est pas conducteur; il se conduit comme un diélectrique parfait.

Soit C la capacité, dans ces conditions, du condensateur à gaz. Elle est donnée par la formule $i = \omega CE$. Cette valeur de C est indépendante de la tension tant que celle-ci est inférieure à la tension critique. C'est un premier régime de fonctionnement du condensateur à gaz. Si l'on dépasse la tension critique, le gaz cesse d'être un diélectrique parfait et devient conducteur; il en résulte un second régime de fonctionnement du condensateur qui se manifeste par la production d'effluves. J'appelle *capacité apparente,* dans le second régime, celle qu'on déduit alors de la formule précédente. Elle n'est pas égale à la capacité proprement dite et mesure seulement à un coefficient près le rapport du débit à la tension.

Pour comprendre les variations de cette capacité apparente considérons la capacité C' obtenue en remplaçant le gaz par du mercure ou un électrolyte. Cette capacité est évidemment bien plus grande que la capacité C' du condensateur à gaz dans le premier régime de fonctionnement. Pour mesurer C' j'emploie toujours la formule $i = \omega C'E$. On peut en effet négliger la résistance du liquide par suite de la grande section. Je trouve bien pour C' une valeur indépendante de la nature du liquide ainsi que de la tension.

Dans ce cas du second régime je trouve que la capacité apparente est comprise entre C et C'. Faisons croître le voltage à partir de la tension critique. La capacité apparente croît alors d'une façon continue à partir de C; de sorte que le gaz devient de plus en plus conducteur à mesure que la tension croît. Pour les fortes tensions la capacité apparente tend vers la limite C' et, en pratique, n'en diffère pas sensiblement. A ce moment l'intensité du courant qui alimente le condensateur est la même que dans le cas du liquide et la résistance du gaz est également négligeable. Si le gaz prenait une conductibilité fixe dès que la tension critique est dépassée, la capacité apparente passerait brusquement de C à C'; mais ce n'est pas le cas, comme je viens de le dire.

Comme exemple je résumerai les résultats d'une expérience relative à l'hydrogène.

La tension critique était 3000 volts efficaces. Depuis cette tension jusqu'à 5000 volts la capacité apparente croissait dans le rapport de 1 à 8 environ. De 5000 à 18000 volts elle ne variait plus que de 8 à 10. L'accroissement de la capacité apparente est donc d'abord rapide, puis devient de plus en plus lent à mesure qu'elle s'approche de C'. D'une manière générale, portons en abscisses la tension et en ordonnées la capacité apparente. On obtient une courbe d'allure hyperbolique dont l'asymptote est la droite représentant C'. Le débit i tend donc, pour les fortes tensions, à être proportionnel à la tension.

On obtient une figure plus simple en représentant, en fonction de la tension, l'intensité i du courant qui alimente le condensateur à gaz. C'est sensiblement, dans le second régime, une portion de droite dont le prolongement ne passe pas par l'origine. Dans le premier régime, au contraire, on a une droite passant par l'origine, puisque C est constant, et faisant avec l'axe des tensions un plus petit angle.

En résumé, la conductibilité du gaz croît d'une façon continue avec la tension, et ce n'est que pour les fortes tensions bien supérieures à la tension critique que la capacité du condensateur à gaz est la même que celle que l'on obtient en remplaçant le gaz par un liquide conducteur. On peut émettre l'hypothèse qu'à ce moment le gaz est analogue à un conducteur proprement dit. Je me propose justement de voir si, dans ces conditions, le gaz suit la loi d'Ohm.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité des sels de potassium.* Note de MM. **Émile Henriot** et **G. Vavon**, présentée par M. J. Violle.

Les auteurs qui se sont occupés de la radioactivité des sels de potassium, N. Campbell et Mac Lellan, ont cherché à concentrer cette propriété par des fractionnements. Le résultat a toujours été négatif. A la suite des recherches de l'un de nous précisant la nature du rayonnement du potassium, la question nous a paru devoir être reprise. Nous avons, dans ce but, mis en œuvre les procédés de fractionnement suivants :

1° Cristallisation fractionnée du chlorure ;

2° Précipitation répétée du chlorure en solution concentrée par l'acide chlorhydrique gazeux ;

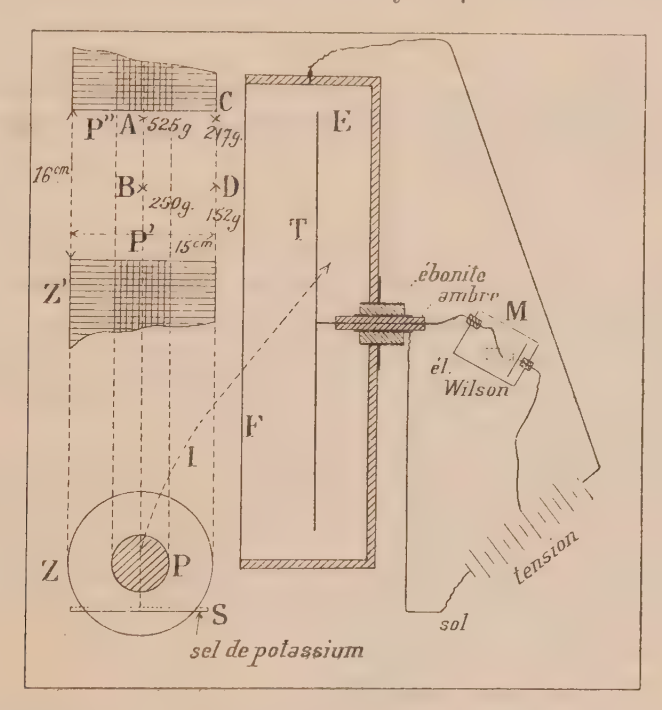
3° Précipitations répétées de sulfate de baryum dans une solution de sulfate de potassium.

Les produits de tête et de queue du fractionnement étaient comparés entre eux par la méthode électrique indiquée dans les *Comptes rendus* du 5 avril 1909. Une série de mesures effectuées avec l'un des deux produits donne des nombres bien constants, différant entre eux de moins de $\frac{1}{50}$. La moyenne de six mesures, effectuées sur les

produits de tête du fractionnement, diffère de moins de $\frac{1}{100}$ de la moyenne obtenue dans ces conditions avec les produits de queue.

Ce résultat négatif confirme donc les résultats de nos devanciers et rend de plus en plus probable l'hypothèse que la radioactivité du potassium est bien due à cet élément et non à une impureté inconnue.

Dans un autre ordre d'idées, des expériences ont été effectuées pour voir si les rayons du potassium, possédant la pénétration des rayons β, sont déviables dans les mêmes conditions. N. Campbell a signalé qu'ils sont déviés dans un champ électrique. L'expérience suivante montre que dans un champ magnétique ce rayonnement se comporte comme un *flux d'électricité négative* et achève de les identifier à des rayons β.



Une chambre d'ionisation E, de grandes dimensions, est fermée sur une de ses faces par une feuille d'étain F, et accouplée à un électroscope Wilson. La chambre d'ionisation étant portée à un potentiel de quelques centaines de volts, on observe un certain courant dû à l'ionisation spontanée de l'air de la chambre. Si l'on place en S une couche d'un sel de potassium quelconque, le courant est très peu augmenté par les rayons obliques, la direction moyenne du faisceau étant verticale et de bas en haut. En disposant la surface rayonnante entre les deux pôles d'un électro-aimant qui donne un champ normal au plan de la figure, on constate que, pour un certain sens du champ, le courant est très notablement augmenté.

On s'assure facilement que le sens du champ correspondant à cette augmentation de courant est tel qu'il entre dans le plan de la figure. Ce sens est donc tel qu'il tend à rabattre vers la droite un flux d'électrons négatifs primitivement vertical et issu de S.

L'augmentation de courant obtenue ne dépasse pas 15 pour 100.

La surface disponible pour le sel entre les pièces polaires de l'électro-aimant est assez restreinte ($15^{cm} \times 16^{cm}$) et les rayons accomplissent un long trajet dans l'air : ceci explique le peu d'intensité des effets observés. L'effet, quoique faible, est parfaitement net et ne s'est jamais produit pour le sens opposé du champ. On peut d'ailleurs s'assurer que la dissymétrie obtenue par renversement du champ n'existe plus en l'absence du sel de potassium.

Cette expérience identifie donc d'une manière complète les rayons du potassium à des rayons β.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Changements tautomériques décelés à l'aide du pouvoir rotatoire magnétique*. Note de MM. **P.-Th. Muller** et **M. Thouvenot**, présentée par M. A. Haller.

Depuis quelques années on a recours, de plus en plus, aux méthodes physico-chimiques pour déceler les changements de constitution qui se produisent sous des actions diverses, à l'intérieur des molécules. La réfraction, très sensible aux variations de structure, nous a rendu de grands services à ce point de vue ([1]), surtout dans les cas où nulle modification de la couleur ne laisse soupçonner ce qui se passe dans la substance.

On sait que H. Becquerel ([2]) a trouvé une relation approchée entre la réfraction des divers corps liquides et leur pouvoir rotatoire magnétique; ces deux propriétés varient dans le même sens. D'autre part nous devons à Perkin de longues séries d'études, d'où il résulte que le pouvoir rotatoire magnétique est une fonction additive, sans doute, mais sensible cependant aux divers changements de constitution.

Il était donc intéressant d'appliquer les mesures de pouvoir rotatoire magnétique à certaines substances susceptibles d'exister sous deux formes tautomériques, de façon à nous rendre compte jusqu'à quel point le procédé est capable de déceler les transpositions moléculaires. Comme l'un de nous l'a fait observer ailleurs, la méthode doit être strictement *différentielle*, c'est-

([1]) Voir la bibliographie dans le Mémoire de MM. Haller et P.-Th. Muller, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XV, 1908, p. 289 et 295.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XII, 1877, p. 35.

à-dire qu'on ne doit comparer que des molécules semblables, l'une dérivant de l'autre par une modification qui n'en altère qu'une faible partie.

Nous nous sommes adressés d'une part au cyanacétate de méthyl et à son sel sodique, dissous dans l'alcool méthylique; d'autre part à l'éther acétylacétique et à son sel sodique, au sein de l'alcool éthylique.

Les mesures ont toutes été faites à la température de 25°.

Elles comportent :

1° Les dissolvants purs CH^3OH : $R = 1,605$ et C^2H^5OH : $R = 2,766$; R désigne le pouvoir rotatoire moléculaire, rapporté à l'eau, tel qu'il est défini par Perkin.

2° Les alcoolates de sodium à diverses concentrations. Pour CH^3ONa, p étant compris entre 16 et 20, $R = 2,686$ (moyenne de trois expériences). Pour C^2H^5ONa, p étant compris entre 10 et 16, $R = 4,421$ (moyenne de quatre expériences); p désigne le poids de substance dissoute dans 100^g de solution.

3° Le cyanacétate de méthyle pur, $R = 4,339$, et sa solution méthylique : $p = 30$ et 47 ; $R = 4,371$ (moyenne).

4° L'éther acétylacétique pur, $R = 6,504$ (d'accord avec Perkin), et sa solution dans l'alcool ; $p = 19$ et 49 ; $R = 6,580$ (moyenne).

5° Le sel de sodium de cyanacétate de méthyle, en solution méthylique; p étant compris entre 14 et 29, $R = 7,312$ (moyenne de quatre expériences).

6° Le sel de sodium de l'éther acétylacétique au sein de l'alcool; p étant compris entre 15 et 19, $R = 11,25$ (moyenne de trois expériences).

Les mesures 3° et 4° nous montrent d'abord que la présence de l'alcool méthylique ou éthylique n'altère pas pratiquement la rotation magnétique des deux substances qu'on y a dissoutes, pas plus qu'elle n'a d'influence sur la réfraction moléculaire ([1]). Les éthers cyanacétique et acétylacétique conservent donc la même constitution, qu'ils soient à l'état de liquides purs ou qu'ils soient dilués en liqueur alcoolique.

Les alcoolates de sodium ayant évidemment la même structure que les alcools dont ils dérivent, il en résulte que la différence Δ_1 entre la rotation des alcoolates et celle des alcools représente sensiblement la différence rot. Na — rot. H ; les radicaux OCH^3 ou OC^2H^5 s'éliminent.

Pour le premier (dans l'alcool méthylique), on a

$$\Delta_1 = 2,686 - 1,605 = 1,08.$$

Pour le second $\Delta_1 = 4,421 - 2,766 = 1,65$ (dans l'alcool éthylique).

Telles sont les valeurs normales de la différence rot. Na — rot. H.

Elles sont comprises entre 1 et 2. Pour plus de sûreté, nous avons aussi

([1]) A. Haller et P.-Th. Muller, *Ann. de Ch. et de Phys.*, t. XIII, 1908, p. 139.

étudié l'acide cacodylique et son sel de sodium (corps normaux) [1] dans l'eau et dans l'alcool. Ici encore la différence Δ_1 est comprise entre 1 et 2.

Comparons maintenant à l'aide des expériences 3° et 5°, 4° et 6° les sels de sodium des substances tautomérisables avec leurs générateurs. Nous trouvons pour la différence Δ_2 (qui devrait représenter rot. Na — rot. H, s'il n'y avait pas transposition) :

Cyanacétate de méthyle : $\Delta_2 = 7,312 - 4,371 = 2,94$ (dans l'alcool méthylique);

Éther acétylacétique : $\Delta_2 = 11,25 - 6,58 = 4,67$ (dans l'alcool éthylique).

Ces différences Δ_2, qui dépassent de beaucoup les valeurs normales Δ_1, ne pouvant provenir des atomes Na et H, indiquent un changement de structure du radical organique quand la molécule passe à l'état de sel [2].

Comme nous l'avions prévu, la méthode de la *rotation magnétique différentielle* nous révèle nettement les variations constitutives; elle complète la méthode réfractométrique différentielle, mais il faut ajouter que, dans l'étude des solutions, elle exige des concentrations plus considérables.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorures de silicium.* Note de MM. **A. Besson** et **L. Fournier**, présentée par M. Troost.

Dans une précédente Communication [3], nous avons décrit un procédé de préparation des chlorures de Si de la série saturée par la décomposition par l'effluve électrique de vapeurs de silicichloroforme entraînées par un courant de H; au premier abord, ce résultat paraît surprenant, car on serait plutôt conduit à penser que la décomposition devrait se faire avec départ de HCl d'après le mode

$$n\,\mathrm{SiHCl^3} = n\,\mathrm{HCl} + n\,(\mathrm{SiCl^2}),$$

de sorte qu'on devrait obtenir les chlorures de la série silico-éthylénique; l'expérience montre qu'il n'en est rien et la formation des chlorures saturés

(1) P.-Th. Muller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1099.

(2) La discussion chimique relative à la nature de ce changement se trouve dans le Mémoire déjà cité de Haller et Muller (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XV, 1908, p. 295).

(3) *Comptes rendus*, 29 mars 1909.

ne peut dès lors s'expliquer qu'avec un dégagement de H :

$$2\,SiHCl^3 = Si^2Cl^6 + 2\,H, \qquad 3\,SiHCl^3 = Si^3Cl^8 + 2\,H + HCl, \qquad \ldots$$

Tant pour vérifier qu'il y avait dégagement d'hydrogène que pour éliminer l'influence possible d'une atmosphère de ce gaz dans la décomposition, nous avons renouvelé l'expérience, mais en opérant dans une atmosphère différente de H; nous avons pensé que le mieux serait d'opérer dans un lent courant de gaz HCl sec entraînant les vapeurs de $SiHCl^3$.

L'opération porta sur environ 2^l de silicichloroforme; nous constatâmes qu'il y avait effectivement un dégagement d'hydrogène et que les produits obtenus étaient les mêmes que dans une atmosphère de H, c'est-à-dire que les produits isolables font partie de la série des chlorures saturés; peut-être se forme-t-il de petites quantités de produits volatils non saturés, car le dosage du chlore dans les produits de fractionnement intermédiaires entre Si^2Cl^6 et Si^3Cl^8 montrent un déficit sensible qui peut être attribué à la présence de petites quantités de chlorures non saturés.

Ce mode fondamental de décomposition de $SiHCl^3$ avec départ de H permettait d'espérer qu'on pourrait obtenir les chlorures de Si non saturés des séries silico-éthyléniques et silico-acétyléniques par la décomposition par l'effluve des composés SiH^2Cl^2 et SiH^3Cl récemment découverts par nous et d'après les modes

$$n\,SiH^2Cl^2 = n(SiCl^2) + n\,H^2,$$
$$SiH^3Cl + n\,SiH^2Cl^2 = (SiCl + n\,SiCl^2) + 3\,H + n\,H^2.$$

Étant données les difficultés de condensation et de séparation de ces produits, nous avons pensé pouvoir soumettre simplement à l'action de l'effluve les parties les plus volatiles de l'action de HCl sec sur Si amorphe.

Par une réfrigération convenable on ne laissait accéder à l'appareil à efffuves (4 tubes réservoirs spéciaux en batterie) autant que possible que les produits plus volatils que $SiHCl^3$. Une certaine quantité de liquide se condensait dans l'appareil à effluves, une autre partie dans un réfrigérant subséquent; le fractionnement des différents liquides n'a pas permis d'isoler de chlorures non saturés; nous n'avons pu en isoler que les chlorures saturés Si^2Cl^6, Si^3Cl^8, etc., avec la même restriction que celle faite précédemment, à savoir que les produits intermédiaires présentent un déficit notable en chlore, ce qui conduit à penser qu'ils renferment de petites quantités de chlorures non saturés.

La formation, au moins en quantité prépondérante, des chlorures saturés dans cette opération peut s'interpréter en admettant que HCl qui se trouve en grand excès dans les produits gazeux atteignant l'appareil à effluves peut jouer un certain rôle et subir en présence des chlorures de Si hypothétiques cherchés une décomposition en H et Cl

qui vient saturer ceux-ci; il serait aussi possible que les composés SiH^2Cl^2 et $SiHCl^3$ ne subissent pas la décomposition de la part de l'effluve, car il faut remarquer que, sur les quatre tubes à effluves de notre appareil, seuls les deux premiers fonctionnent d'une façon active, et cependant on constate qu'une quantité importante de composés siliciés s'échappent de l'appareil au sortir du réfrigérant de queue.

Quoi qu'il en soit, nous nous proposons de reprendre cet essai, mais en condensant au préalable les composés hydrochlorés avant de les diriger dans l'appareil à effluves; ce qui rend vraisemblable la formation de chlorures non saturés aussi bien dans l'effluvation de $SiHCl^3$ que des autres composés hydrochlorés, c'est que les résidus jaunes ou bruns de la séparation des éléments volatils du produit brut présentent une composition voisine de Si^2Cl^3 et Si^2Cl^4, ce qui porte à croire qu'il s'y trouve des chlorures non saturés.

Nous avons pu obtenir la série des chlorures saturés par un autre procédé, à vrai dire moins onéreux, mais moins rapide que celui au silicochloroforme; il consiste à soumettre à l'effluve un mélange de H sec et de vapeurs de $SiCl^4$.

La réaction semble limitée; car, malgré l'emploi d'un excès d'H, une assez forte proportion de $SiCl^4$ y échappe; néanmoins, par une opération prolongée continûment pendant un mois environ, nous avons pu obtenir en partant de 2^l de $SiCl^4$ une assez grande quantité de produit; de plus, certains termes de la série des chlorures saturés s'y trouvaient en proportions différentes de ce qu'ils étaient dans la décomposition de $SiHCl^3$; c'est ainsi que le chlorure solide correspondant à la composition Si^6Cl^{14} faisait presque complètement défaut, tandis que les deux termes précédents y étaient assez abondants; cette circonstance nous permet de rectifier et de préciser quelques points de leur histoire.

Le corps liquide oléagineux que nous avons signalé comme distillant vers 150° sous pression de 15^{mm} et auquel nous avions attribué la composition Si^5Cl^{12} est, en réalité, le terme précédent Si^4Cl^{10} que nous croyions manquer à la série, et son point d'ébullition est de 149°-151° sous 15^{mm} de pression; quant au chlorure Si^5Cl^{12}, c'est un liquide très visqueux qui distille vers 190° sous la même pression de 15^{mm}; nous avons pu l'isoler en assez grande quantité.

Quant au résidu qui reste après distillation au bain de valvoline vers 200°, c'est un corps solide, jaune vitreux, ne présentant pas de composition définie; il semble être un mélange de chlorures que nous n'avons pas pu séparer.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle méthode d'isolement de la terbine.* Note de M. G. **Urbain**, présentée par M. A. Haller.

La terbine, qui m'a permis de donner la définition complète et rigoureuse du terbium de Mosander, avait été obtenue en fractionnant au moyen de l'ammoniaque diluée un mélange de gadolinium et de terbium ([1]). Dans ces conditions, la terbine, base plus faible que la gadoline, précipite en premier.

Cette méthode est très pénible à cause des filtrations, des lavages et des concentrations multipliés qu'elle comporte. Je suis parvenu au même résultat avec beaucoup moins de peine, bien qu'au bout d'un temps plus long, par une méthode de cristallisation qui rappelle par son principe le procédé qui nous a permis, à M. Lacombe et moi ([2]), de séparer rigoureusement l'europium du samarium.

J'ai montré antérieurement ([3]) que, par la solubilité de ses sels isomorphes avec les sels correspondants des terres rares, le bismuth se place constamment entre le samarium et l'europium. D'autre part, l'ordre dans lequel les terres rares se séparent les unes des autres par différence de solubilité est indépendant de la nature des sels. Cet ordre de sériation est le suivant :

Lanthane.	Europium.	Yttrium.
Cérium.	Gadolinium.	Erbium.
Praséodyme.	Terbium.	Thulium.
Néodyme.	Dysprosium.	Néoytterbium.
Samarium.	Holmium.	Lutécium.

Mais, dans certains cas, la série se replie sur elle-même. C'est le cas des nitrates simples à 5^{mol} d'eau, par exemple, parmi lesquels le sel de gadolinium est le moins soluble de tous. Ces nitrates se classent de telle sorte que le néodyme se retrouve avec l'erbium ([4]), et le cérium et le lanthane avec le néoytterbium et le lutécium dans les fractions les plus solubles.

Ce reploiement de la série rappelle le phénomène de la dispersion anomale. J'ai pensé qu'on pourrait en tirer profit pour la séparation de quelques terres rares les unes des autres, en faisant intervenir le bismuth comme *élément séparateur*.

([1]) G. Urbain, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 521.

([2]) G. Urbain et H. Lacombe, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 792.

([3]) G. Urbain, *Journal de Chimie physique*, 1906, p. 31-66.

([4]) E. Demarçay, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1021.

Quelques essais préliminaires [1], effectués sur des mélanges dont tous les termes qui précèdent le gadolinium avaient été éliminés au préalable, m'ont montré que le nitrate de bismuth $Bi(NO^3)^3.5H^2O$ est plus soluble dans l'acide nitrique que le nitrate de gadolinium $Gd(NO^3)^3.5H^2O$ et moins soluble que le nitrate de dysprosium $Dy(NO^3)^3.5H^2O$. Le nitrate de terbium paraissait, en première analyse, avoir la même solubilité que le nitrate de bismuth. Des expériences prolongées m'ont montré récemment que le nitrate de bismuth est un peu moins soluble que le nitrate de terbium, de sorte qu'en ajoutant de grandes quantités de nitrate de bismuth aux mélanges et en soumettant le tout à la cristallisation méthodique, pendant un temps suffisant, on parviendrait à séparer rigoureusement le gadolinium du terbium.

En fait, je n'ai pas obtenu tout à fait un résultat aussi remarquable. Lorsque j'ai cru l'avoir atteint, la fraction la plus pure de bismuth renfermait encore 4 millièmes de terbium environ. Dans les fractions suivantes, la proportion de terbium augmentait lentement.

L'examen des spectres d'arc m'a montré que cette nouvelle méthode, très différente de celle que j'avais d'abord employée pour l'isolement du terbium, donnait rigoureusement la même terre, et qu'en conséquence il n'y a pas lieu de suspecter l'homogénéité de cet élément. Ces observations confirment ce que nous avions déduit, M. Jantsch et moi [2], du dosage de l'oxygène disponible dans le peroxyde de terbium Tb^4O^7.

Avec les trois fractions où la proportion de terbine était suffisante pour permettre de faire des mesures magnétiques, j'ai effectué de nouvelles déterminations du coefficient d'aimantation du sesquioxyde de terbium dont les valeurs concordent pratiquement avec celles que nous avions déjà obtenues M. Jantsch et moi [3]. Ces nouvelles mesures sont particulièrement concordantes :

Fractions.	$x.10^6$.
11	242,7
12	242,5
13	243,2

J'ajouterai que la méthode qui vient d'être décrite assure une bonne séparation du terbium et du dysprosium, parce qu'elle permet de réduire à un minimum les mélanges intermédiaires : l'excès de bismuth repoussant le dysprosium vers les queues du fractionnement et retenant les petites quantités de terbium qu'il est si difficile d'éliminer par les autres méthodes.

---

(1) G. Urbain, *Journal de Chimie physique*, 1906, p. 105-122.
(2) G. Urbain et G. Janstch, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 127.
(3) G. Urbain et G. Janstch, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 28 décembre 1908.

Au sujet de certains résultats contenus dans cette Note, je dois signaler que M. Stephan Meyer (*Sitz. Ber. Wien. Akad.*, 23 janvier 1902), ayant reçu de Demarçay du samarium et de l'europium, avait rectifié de lui-même ses premières conclusions et avait constaté que le paramagnétisme des terres rares admet deux maxima, l'un dans la série cérique, l'autre dans la série yttrique. Je reconnais bien volontiers l'antériorité de M. Stephan Meyer dont la deuxième Note m'avait échappé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation des aldéhydes par l'oxyde d'argent.* Note de MM. **Marcel Delépine** et **Pierre Bonnet**, présentée par M. Haller.

Depuis le jour où Liebig [1] découvrit la transformation de l'aldéhyde acétique en acide sous l'influence de l'oxyde d'argent en présence de l'eau, cette importante réaction a été utilisée dans des circonstances extraordinairement variées quant aux proportions, à la température, au milieu, aux conditions du mélange, etc.; cependant la plupart des auteurs recommandent l'emploi d'un oxyde récemment précipité et bien lavé. Nous ne pouvons ici rapporter tous ces détails qu'on trouvera ailleurs.

Nous nous sommes proposé de simplifier et d'uniformiser ce procédé d'oxydation. Tout d'abord, il nous a paru que la recommandation de prendre un oxyde d'argent fraîchement préparé deviendrait superflue si l'on produisait cet oxyde, au moment même de la réaction, dans le milieu réagissant.

C'est ce qu'on réalise en ajoutant directement du nitrate d'argent dans une solution aqueuse d'aldéhyde, suffisamment alcoolisée, s'il est nécessaire, pour qu'il n'y ait point séparation d'aldéhyde, puis mêlant peu à peu par fractions égales toutes les 5 ou 10 minutes, en l'espace de 2 heures, à froid et en agitant sans cesse, une base dissoute $\left(\text{soude, potasse et mieux baryte } \frac{N}{2} \text{ à } \frac{N}{3}\right)$ en dose capable non seulement de libérer l'oxyde d'argent, mais encore de neutraliser l'acide organique formé.

On laisse ensuite en contact pendant 12 heures ou plus; on filtre en lavant le métal réduit; on fait passer dans le filtrat un courant de gaz carbonique pour salifier l'excès d'alcali (qu'on met ordinairement); on distille l'alcool, si l'on en a mis; on concentre ou non suivant qu'il s'agit d'acides organiques plus ou moins faciles à extraire; en tout cas, on a une solution qui est prête pour l'extraction de l'acide cherché. Avant de l'aciduler ou de la concentrer, il y a souvent avantage à l'épuiser à l'éther qui enlève des produits neutres.

---

(1) J. Liebig, *Ann. der Pharm.*, t. XIV, 1835, p. 140.

La réaction théorique serait la suivante (avec la soude) :

$$R.CHO + 2NO^3Ag + 3NaOH = R.CO^2Na + 2Ag + 2NO^3Na + 2H^2O,$$

mais il est souvent préférable d'employer un excès de nitrate d'argent avec la dose correspondante de base

$$R.CHO + (2+n)NO^3Ag + (3+n)NaOH$$
$$= RCO^2Na + 2Ag + (2+n)NO^3Na + 2H^2O + nAgOH.$$

En pratique, nous avons ajouté quelques centimètres cubes de solution alcaline en excès et nous avons fait $n = 0,1$ à 1 ; ce qui revient à employer un excès d'oxyde d'argent qui assure la terminaison de l'oxydation. Voici ce qui est censé se passer dans la réaction théorique :

Au début, jusqu'à ce qu'on ait ajouté 2^{mol} d'alcali, la réaction se fait entre Ag^2O précipité et l'aldéhyde, ce qui oxyde les $\frac{2}{3}$ de ce dernier selon l'équation :

$$3R.CHO + 3Ag^2O = 2RCO^2Ag + R.CHO\,(\text{inaltéré}) + 4Ag + H^2O.$$

Si l'on ajoute alors le troisième équivalent d'alcali, il précipite cette fois l'oxyde d'argent du sel organique d'argent, en dose capable d'oxyder le $\frac{1}{3}$ d'aldéhyde restant, pendant qu'il sature lui-même l'acide organique déjà existant et à venir :

$$\tfrac{1}{3}(2R.CO^2Ag + R.CHO) + NaOH = RCO^2Na + \tfrac{2}{3}Ag + \tfrac{2}{3}H^2O.$$

S'il y a un excès de nitrate d'argent par rapport aux doses théoriques, le moment où le métal alcalin se substitue à l'argent du sel organique d'argent est tout simplement retardé, mais en aucun cas on n'a d'alcali libre en grande quantité, capable de nuire à l'aldéhyde.

En fait, l'expérience a confirmé ces inductions et nous avons ainsi pu oxyder à froid, avec d'excellents résultats, sans précipiter d'avance l'oxyde d'argent :

L'aldéhyde crotonique (acide blanc du premier jet; rendement, 90-95 pour 100 de la théorie); l'aldéhyde pyromucique (acide blanc du premier jet; rendement, 90-95 pour 100 de la théorie); l'aldéhyde $C^8H^{12}O^2$, dimère de l'aldéhyde crotonique (ac. tantôt blanc, tantôt jaune; rendement brut, 80 pour 100 de la théorie); l'aldéhyde méthylène-3.4-dioxyhydratropique (ac. en cristaux jaunâtres; rendement brut, 90 pour 100); l'aldéhyde diméthoxy-2.3-méthylènedioxy-4.5-hydratropique (ac. à peine jaunâtre, en dose presque théorique); le citral (rendement de 70 pour 100 de la théorie en acide distillé pur).

Nous nous sommes assurés, en outre, qualitativement et sans nous préoc-

cuper du rendement, que les aldéhydes acétique monochloré, benzoïque et salicylique se laissaient aussi oxyder très facilement.

La méthode nous paraît donc devoir s'appliquer avantageusement dans un nombre considérable de cas ; en se reportant aux Mémoires relatifs à ceux des composés précédents qui ont été déjà préparés, on verra même que nos rendements sont meilleurs ou nos produits plus blancs. Pour l'aldéhyde $C^8H^{12}O^2$, la méthode à l'azotate d'argent et baryte donne seule de bons résultats.

Une précaution à prendre est de faire toujours un petit essai préliminaire. Il y a, en effet, des aldéhydes comme l'aldéhyde $C^8H^{12}O^2$ ou l'aldéhyde benzoïque, qui paraissent rester presque inattaqués tant qu'on n'arrive pas à avoir de la base soluble en présence de l'aldéhyde. Dans ce cas, que l'on reconnaît à ce que l'oxyde reste longtemps brun sans noircir, il est possible de hâter un peu l'addition des $(2+n)$ premiers équivalents d'alcali pour ajouter beaucoup plus lentement le dernier.

Ce que nous avons surtout voulu faire ressortir, c'est qu'à froid l'oxyde d'argent transforme facilement les aldéhydes en acides, que la présence d'un nitrate ne nuit pas aux opérations et qu'il est inutile de préparer l'oxyde à l'avance en le lavant soigneusement, comme on le recommande si souvent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'hydrolyse fluorhydrique des matières protéiques : nouveaux résultats*. Note de MM. **L. Hugounenq** et **A. Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

Pour préciser les résultats publiés par nous sur l'hydrolyse des matières protéiques par l'acide fluorhydrique, nous avons répété des expériences qui nous ont permis de compléter sur plusieurs points les conclusions auxquelles nous étions arrivés dans l'étude des nucléoprotéides stomacales.

C'est ainsi que l'acide fluorhydrique se comporte diversement vis-à-vis des protéides d'origine et de résistance différentes.

Avec des matières déjà modifiées par la cuisson, telles que la gélatine, l'acide fluorhydrique à 15 pour 100 réalise une décomposition complète avec mise en liberté d'acides amidés. A des concentrations supérieures à 20 pour 100, l'acide fluorhydrique donne avec la gélatine des polypeptides de plus en plus compliquées à mesure que la concentration augmente.

Dans une série d'expériences, nous avons, en effet, attaqué au bain-marie,

jusqu'à disparition de la réaction du biuret, de la gélatine commerciale blanche par six fois son poids de HFl à 15, à 20, à 30, à 35 et à 45 pour 100, et nous avons constaté que :

1° L'acide à 15 pour 100 hydrolyse complètement la gélatine, comme l'indiquent le titrage au formol, par la méthode de Sörensen, de l'azote libéré et surtout l'absence constatée de peptides accompagnant les acides amidés.

2° L'acide à 20 ou 30 pour 100 donne encore beaucoup d'acides amidés libres, mais ceux-ci sont accompagnés de dipeptides et de tripeptides.

3° L'acide à 35 pour 100 et au delà donne peu d'acides amidés, car il respecte des polypeptides plus compliquées, que nous avons réussi à extraire et à étudier par la mise en évidence de leurs constituants libérés par une hydrolyse plus profonde. Une de ces peptides nous a fourni cinq acides amidés : arginine, lysine, phénylalanine, alanine et glycocolle.

4° A la concentration de 45 pour 100, l'acide fluorhydrique ne donne plus de diamines libres, même après une chauffe prolongée.

Ces nouvelles recherches confirment l'existence des peptides dont nous avons signalé et identifié les dérivés cristallins. Mais la question se pose toujours de leur origine analytique ou synthétique, naturelle ou artificielle.

Pour résoudre cette question, nous avons chauffé divers acides amidés avec HFl à 20, à 30, à 45, et même à 60 pour 100. En aucun cas, ces composés n'ont subi d'anhydrisation ou de condensation.

Le glycocolle, chauffé 12 heures avec HFl à 30 pour 100 ou même à 45 pour 100, ne donne ni glycylglycine, ni diacipipérazine.

Chauffée pendant 6 heures avec HFl à 60 pour 100, l'arginine ne fournit pas d'arginyl-arginine; de même la lysine n'est pas modifiée par une chauffe de 12 heures au bain-marie avec HFl à 30 pour 100.

Ces expériences démontrent que HFl, aux concentrations qui permettent de libérer ces peptides, ne condense pas les acides amidés isolés.

Il ressort de cette étude que :

1° En choisissant convenablement le degré de concentration, on peut obtenir avec l'acide fluorhydrique, graduellement, à la température du bain-marie, une série d'échelons dans l'hydrolyse des matières protéiques. Les acides concentrés hydrolysent beaucoup moins profondément que l'acide à 15 ou 18 pour 100 et donnent surtout, ou même exclusivement, des peptides.

2° Les peptides libérées par HFl concentré ou par une chauffe insuffisamment prolongée avec des acides convenablement dilués représentent bien des complexes naturels préexistants dans les molécules protéiques.

3° Il nous a été possible d'engager certaines de ces peptides simples dans des combinaisons cristallisées (nitrates, picrates, picrolonates).

4° Enfin, l'acide fluorhydrique se comporte comme un réactif susceptible de mettre en évidence non seulement des acides amidés libres ou combinés entre eux, mais d'autres constituants appartenant à la série des dérivés aminés, les uns réducteurs, les autres non réducteurs, du groupe des sucres. Nous décrirons dans une prochaine Note ces corps, que l'acide fluorhydrique nous permet d'extraire parce qu'il les respecte mieux que les autres agents d'hydrolyse.

MINÉRALOGIE. — *Étude des principaux gisements de roches alcalines du Soudan français.* Note de M. G. GARDE, présentée par M. A. Lacroix.

Des roches de la famille granitique, des granites, des microgranites et des rhyolites, ont été signalées dans un certain nombre de points du Soudan français où elles apparaissent au milieu des sables. Toutes sont *alcalines* et leur ensemble constitue une province pétrographique très nette.

J'ai exploré tous les gisements déjà connus et j'en ai découvert de nouveaux. J'en ai rapporté un grand nombre d'échantillons de roches que j'étudie au laboratoire de Minéralogie du Muséum. Dans la présente Note, je me propose de coordonner les observations antérieures ([1]) et de les compléter par celles que j'ai faites moi-même.

Mounio. — J'insisterai d'abord et surtout sur le Mounio qui possède à la fois, et côte à côte, les trois types structurels désignés plus haut.

Le Mounio est une petite région, de nature granitique, qui est située à une centaine de kilomètres à l'est de Zinder et à 300^{km} environ en deçà du Tchad. Il mesure 70^{km} à 75^{km} de long du Nord au Sud, sur 30^{km} à 35^{km} de large, et ses points culminants dominent de 100^{m} à 150^{m} la plaine sablonneuse environnante. L'érosion, autrefois très active dans le Soudan, et aujourd'hui nulle, a découpé, a isolé dans le massif du Mounio un grand nombre de buttes et de dômes.

1. J'ai trouvé le *granite à ægyrine et à riebeckite* sur d'assez vastes espaces, en deux points du Mounio, dans les environs de Tchitchiga à l'Ouest, et à côté de Diri-

([1]) Les rhyolites d'Hadjer el Hamis (L. Gentil); les microgranites de Gouré (A. Lacroix); les granites de Zinder (Foureau et L. Gentil); les rhyolites de Gabana (L. Gentil et Freydenberg).

koa au Sud-Est. Ce granite, qui est tantôt à grands éléments, tantôt à grain moyen, se présente d'ordinaire dans les parties basses, les plus érodées; cependant, il forme parfois quelques buttes pouvant atteindre 50^m de hauteur. C'est un granite semblable, d'après l'échantillon que m'a remis le lieutenant de vaisseau Audoin, qui forme le petit massif de Machéna, à une trentaine de kilomètres au sud du Mounio, dans la Nigéria anglaise.

2. Le *microgranite à ægyrine*, dont le type est à Gouré, à lui seul constitue le massif du Mounio presque en entier. Parfois il forme des buttes, aux arêtes vives, au pied desquelles sont accumulés de nombreux blocs éboulés. Le plus souvent, il constitue des dômes surbaissés, ordinairement coiffés par des blocs ronds qui donnent à la région l'aspect des paysages granitiques.

Dans une préparation de microgranite pris au sud de Gouré, j'ai observé une enclave de lamprophyre très riche en mica.

Le massif isolé de Mia, au sud-est du Mounio, est également constitué par du microgranite. On peut le considérer comme une apophyse de ce dernier, dont il est séparé par la zone déprimée de granite à ægyrine et à riebeckite des environs de Dirikoa.

3. En outre de Gabana, où, le premier, M. Freydenberg les a signalées, j'ai encore observé les *rhyolites* en plusieurs points du Mounio, à Guédio dans le Nord-Ouest, tout près de Gouré dans le Nord-Est, à Dirikoa dans le Sud-Est, etc. A Gabana, la rhyolite se présente sous la forme de pointements, de dykes. Elle s'est fait jour à travers les microgranites qui existent tout autour et qu'elle domine.

Les sables empêchent de voir si le fort pointement rhyolitique de Dirikoa traverse, comme il est permis de le supposer, les granites à ægyrine et à riebeckite qui affleurent tout près.

Près de Gouré, à 4^{km}-5^{km} au nord-ouest de ce village, la rhyolite, qui forme un massif assez important, se montre très nettement incluse au milieu des microgranites. Sur son rebord septentrional, qui est recouvert par endroits, comme d'une carapace, par une brèche de friction, elle surmonte une plate-forme microgranitique. Vers le Sud, au contraire, elle s'enfonce sous le microgranite qui la domine de plus d'une trentaine de mètres.

Enfin, à Guédio, tout à fait à l'extrémité nord-ouest du Mounio, la rhyolite se montre à la base d'un gros massif de microgranite et forme un éperon qui s'avance dans la plaine, au milieu des sables. Là, elle s'est fait jour à travers les microgranites dont elle renferme un grand nombre de petites enclaves.

Toutes les roches alcalines du Mounio possèdent la particularité de n'offrir aucune trace d'action mécanique.

Par contre, j'ai trouvé à une quinzaine de kilomètres au nord de cette région, sur le chemin de Gouré à Dellacori, dans le Koutous, des roches à facies gneissique présentant des phénomènes d'écrasement remarquables. Ces dernières pourraient bien être des orthogneiss résultant du laminage de

roches éruptives qui, dans ce cas, appartiendraient à une série différente de celle étudiée plus haut. Ce sont, en effet, des roches à deux micas, grenatifères, ou des roches quartzeuses, *riches en hypersthène*.

Gamedou. — A une centaine de kilomètres à l'est du Mounio, en plein Manga, à côté du village de Gamedou, j'ai étudié deux petits pointements très intéressants, qui émergent à peine des sables et que le capitaine Tilho m'avait signalés. L'un est formé par de la rhyolite et se termine par une aiguille de près de 10^m de haut. L'autre est constitué par un microgranite à ægyrine, dans lequel il existe de la fayalite malgré l'extrême acidité de la roche.

Région de Zinder. — Le massif granitique de Zinder est le premier îlot de roches cristallines qu'on rencontre en allant du Niger au Tchad. Il est formé par des granites, principalement par des granites à ægyrine et à riebeckite, ces granites étant à grands éléments comme à Zinder même, ou à grain moyen. M. Foureau a signalé, à la sortie de Zinder, dans une carrière, un petit affleurement de roche trachytique que je n'ai pas pu retrouver.

Au Sud et à l'Ouest, ces granites émergent au milieu de sables ou d'argiles sableuses qui leur sont postérieurs, tandis que, vers le Nord et vers l'Est, ils apparaissent entre les buttes de quartzites qui se dressent dans toute cette région.

Hadjer el Hamis. — Les pointements rhyolitiques d'Hadjer el Hamis au sud du Tchad, paraissent constituer des dykes. Il est vraisemblable que, en profondeur, la rhyolite est associée, comme celle du Mounio, à des microgranites, car j'ai rencontré dans sa masse de petites enclaves de ces dernières roches très riches en ægyrine.

J'étudierai ultérieurement les particularités minéralogiques et chimiques de ces diverses modalités d'un même magma éruptif.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'élaboration des matières phosphorées et des substances salines dans les feuilles des plantes vivaces*. Note de M. G. ANDRÉ, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai récemment étudié (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 1685) les variations de l'azote dans les feuilles du châtaignier à diverses périodes de leur développement. Je donne, dans la présente Note, l'étude parallèle des variations de l'acide phosphorique et des matières salines.

I. Le phosphore total, calculé en acide phosphorique PO^4H^3, que contiennent les feuilles du châtaignier à diverses périodes de leur développement, est représenté par les chiffres suivants :

PO^4H^3.	13 mai 1908.	12 juin.	15 juillet.	17 août.	21 sept.	25 oct.
Pour 100 de matière sèche..	1,22	0,93	0,61	0,81	0,76	0,74

On observe donc, à la date du 15 juillet, une diminution notable de l'acide phosphorique, correspondant précisément à l'époque de la migration de l'azote vers les organes floraux.

Les phosphates solubles, qu'on pourrait appeler *minéraux* (phosphates alcalins), qui préexistent tels quels dans la feuille ou qui sont engagés dans des combinaisons peu stables, sont d'autant plus abondants dans cet organe que celui-ci est plus jeune.

On vérifie le fait en épuisant d'abord par l'éther et l'alcool chauds, puis par l'eau bouillante, les feuilles séchées dans le vide et pulvérisées. Les proportions d'acide phosphorique qui passent dans l'eau bouillante sont les suivantes (pour 100 parties de PO^4H^3 total, aux périodes ci-dessus indiquées) :

19,67	25,80	19,34	4,44	6,71	2,56

Entre le 15 juillet et le 17 août, on observe donc une brusque diminution de l'acide phosphorique soluble dans l'eau : au delà de cette époque, les phosphates solubles n'existent plus qu'en faible quantité. C'est aux dépens de ces phosphates solubles du début que se forment les lécithines et les nucléines. Le maximum de production des lécithines semble coïncider avec le milieu de la période de végétation (15 juillet). Voici, à cet égard, la teneur en phosphore (calculé en PO^4H^3) de l'extrait obtenu en épuisant les feuilles séchées dans le vide par l'éther et l'alcool bouillants (phosphore des lécithines) :

PO^4H^3.	13 mai.	15 juillet.	17 août.	15 octobre.
Dans 100 parties de matière sèche...	0,16	0,13	0,10	0,06
» 100 parties de PO^4H^3 total..........	13,11	21,47	12,34	8,10

Les parties solubles dans l'éther et l'alcool bouillants ne renferment pas seulement les lécithines proprement dites, mais aussi des *phosphatides :* c'est par ce terme qu'on peut désigner, comme Winterstein et Hiestand, les complexes phosphorés qui paraissent résulter de l'union des lécithines avec certains hydrates de carbone (pentoses et hexoses) qu'on rencontre

dans beaucoup d'organes végétaux. La teneur des feuilles en phosphatides est toujours plus élevée à l'époque de la floraison; elle diminue en fin de végétation.

Si, comme le veulent quelques auteurs, les lécithines jouent un rôle dans la combustion respiratoire des graisses, il n'est pas étonnant d'observer leur diminution avec les progrès de l'âge alors que les phénomènes de respiration se ralentissent peu à peu. D'autre part, d'après une opinion assez commune, les lécithines produiraient une accélération des phénomènes osmotiques, principalement en ce qui concerne les albuminoïdes. Conformément à cette manière de voir, on observe une proportion élevée de lécithines à l'époque où les albuminoïdes que la feuille a élaborés tendent à quitter cet organe, après solubilisation préalable, pour se diriger soit vers les organes floraux, soit vers les bourgeons terminaux destinés à fournir le rameau de l'année suivante.

II. Les feuilles du châtaignier se conduisent, partiellement au moins, au point de vue de la migration des matières salines, comme des feuilles de plante annuelle à végétation rapide. On trouve, en effet, dans 100 parties de cendres, les proportions suivantes d'éléments fixes :

	13 mai.	12 juin.	15 juillet.	17 août.	21 sept.	25 octobre.
PO^4H^3........	24,93	16,53	11,19	14,19	11,75	13,53
CaO..........	11,52	14,92	19,29	25,82	26,14	26,07
MgO.........	15,88	19,53	22,57	26,68	26,54	25,18
K^2O..........	26,72	26,12	26,25	24,55	21,87	20,24

Ainsi, la chaux et la magnésie, comme on l'observe le plus souvent, s'accumulent dans les cendres en quantités d'autant plus grandes que la feuille est plus âgée. La potasse diminue de façon régulière au fur et à mesure des progrès de la végétation. Cependant cette base figure encore pour un chiffre élevé à la date du 25 octobre. Quant à la silice, elle éprouve des variations peu sensibles et paraît, au moins dans l'exemple actuel, n'entrer dans la composition des cendres que pour une faible proportion (SiO^2 dans 100 parties de cendres au 13 mai : 4,73; au 25 octobre : 7,68).

Il faut également noter la faible teneur en *matières minérales totales* des feuilles du châtaignier à tous les moments de leur évolution et les variations peu accusées que présentent ces matières minérales en comparaison de la teneur toujours assez élevée en cendres des feuilles de plantes annuelles :

Cendres totales dans 100 parties de matière sèche (mêmes époques que plus haut)....	4,92	5,63	5,26	5,72	6,47	5,51

En résumé, on voit que la teneur des feuilles en acide phosphorique subit une diminution marquée correspondant à l'époque de la migration de l'azote vers les organes floraux. Les phosphates solubles dans l'eau (phosphates minéraux) sont d'autant plus abondants que la feuille est plus jeune; la proportion des lécithines est d'autant plus élevée qu'on se rapproche davantage de la période de floraison : les lécithines semblent jouer un rôle dans les phénomènes osmotiques qui, à cette époque, favorisent le passage de l'azote des feuilles vers les organes de reproduction. On remarquera également que la proportion centésimale des matières salines est assez faible et assez uniforme pendant toute la durée de l'existence des feuilles du châtaignier. Ces matières sont particulièrement pauvres en silice, contrairement à ce qu'on observe chez beaucoup de feuilles, tant de plantes vivaces que de plantes annuelles, dans lesquelles la silice s'accumule en quantités souvent considérables au voisinage de la période qui précède leur chute.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur deux nouveaux hydrates de carbone retirés de l'asperge.* Note de M. **Georges Tanret**, présentée par M. Armand Gautier.

Un plant d'asperge, sous le climat de Paris, commence à émettre fin avril ses bourgeons, ou turions, qui, comme on le sait, constituent la partie comestible. Comme on les coupe pendant près de deux mois consécutifs à mesure qu'elles sortent de terre et que par conséquent l'assimilation chlorophyllienne n'intervient pas pour subvenir aux frais de cette poussée continue, il faut admettre que la partie souterraine contient d'abondantes substances de réserve. En cherchant à déterminer leur nature, j'ai trouvé, à côté de saccharose et de sucre interverti, deux hydrates de carbone nouveaux que j'appellerai *asparagose* et *pseudo-asparagose*.

Asparagose. — *Préparation.* — Les racines d'asperge, recueillies de février à avril avant la poussée des turions, sont lavées, pilées rapidement et bouillies avec 2 à 3 fois leur poids d'eau. Le liquide exprimé est déféqué d'abord à la baryte qui précipite la pectine, puis au sous-acétate de plomb. On élimine l'excès de plomb par SO^4H^2, on neutralise à la baryte et l'on concentre à douce température jusqu'à ce que le liquide contienne environ $\frac{1}{10}$ de son poids de matière sèche. De la liqueur ainsi préparée on extrait les sucres par une série de précipitations fractionnées au moyen de la baryte et de l'alcool. Les premiers précipités, décomposés par CO^2, donnent des liqueurs lévogyres et faiblement réductrices; les derniers ainsi que les eaux mères sont dextrogyres

et contiennent la plus grande partie des sucres réducteurs et du saccharose [1]. On répète les fractionnements jusqu'à ce qu'on ait des produits de tête arrivant à $\alpha_D - 30°$. On les concentre jusqu'à l'état de sirop clair : celui-ci mis en flacon fermé ne tarde pas à laisser déposer l'asparagose. Le sucre obtenu est jeté sur un filtre et lavé successivement avec de l'alcool à 60°, 80° et 95° centés., puis avec de l'alcool absolu; on le dessèche enfin sur SO^4H^2.

Propriétés physiques. — L'asparagose se présente sous forme de sphéro-cristaux microscopiques, laissant passer la lumière polarisée entre deux nicols croisés et donnant à l'extinction la croix de polarisation. En le reprenant par l'alcool à 40°, je l'ai obtenu cristallisé en très fines aiguilles microscopiques. Comme l'inuline, l'asparagose prend une consistance cornée quand on ne l'a pas complètement déshydraté par l'alcool absolu avant de le porter sur SO^4H^2.

L'asparagose est dépourvu de saveur. Il est soluble dans environ deux fois son poids d'eau froide et d'autant plus soluble dans l'alcool éthylique que celui-ci est plus faible, soit dans 340 parties d'alcool à 95°, 103 à 90°, 69 à 80°, 37 à 70° et 16 d'alcool à 60°. Il est à peu près insoluble dans l'alcool méthylique absolu.

L'asparagose chauffé au bloc Maquenne se ramollit vers 185° et fond à 198°-200°. Le pouvoir rotatoire du corps anhydre est $\alpha_D - 35°,1$.

Composition. Propriétés chimiques. — L'asparagose possède la composition des hydrates de carbone de formule générale $(C^6H^{10}O^5)^nH^2O$, se rapprochant de la limite $C^6H^{10}O^5$. La cryoscopie indiquerait que cette formule devrait être multipliée par 15 ou 16.

Il donne par hydrolyse un mélange de lévulose et de glucose. Chauffé pendant une heure avec de l'acide acétique à 5 pour 100, il a donné un mélange sucré dont α_D brut était de $-82°,1$; un tel mélange correspondrait à 93 pour 100 de lévulose et 7 pour 100 de glucose (soit $\frac{1}{13}$ de glucose). Par passage à la chaux, selon la méthode classique, on en a retiré le lévulose qu'on a fait cristalliser dans l'alcool absolu. Quant au glucose, en quantité trop faible pour pouvoir être isolé en nature, on l'a caractérisé dans les eaux mères du lévulosate de chaux en le transformant en saccharate acide de potassium.

L'asparagose dissous dans l'eau ne précipite pas par l'eau de baryte froide. Il précipite au contraire par une solution de baryte concentrée et tiède, s'il est lui-même dissous dans quelques parties d'eau seulement : mais le précipité se redissout dans un excès de la solution barytique. On ne pourrait donc pratiquement le préparer par la baryte seule, comme pour

---

[1] Le saccharose a été isolé en nature en le faisant passer à l'état de saccharate de baryte, décomposant celui-ci par CO^2, et faisant cristalliser le sucre dans l'alcool méthylique.

l'inuline, la pseudo-inuline, l'inulénine, etc. ([1]). C'est pourquoi l'alcool est nécessaire pour précipiter la combinaison barytique. Celle-ci répond à la formule $(3C^6H^{10}O^5, BaO)^n$.

L'asparagose est sans action sur la liqueur de Fehling. Il ne donne pas de coloration par l'iode.

L'invertine de la levure le dédouble, mais avec une grande lenteur : l'hydrolyse n'est à peu près complète qu'au bout d'un mois et demi. En présence d'un sucre fermentescible, il est lentement consommé par la levure.

Le suc des racines d'asperges en contient environ 67^g pour 1000.

Pseudo-asparagose. — Les eaux mères d'où s'est déposé l'asparagose sont évaporées à siccité et le résidu est repris par l'alcool méthylique absolu bouillant. L'alcool est ensuite distillé; puis par la baryte et l'alcool ordinaire on fractionne le résidu, redissous dans l'eau, jusqu'à ce qu'on arrive à des produits ayant $\alpha_D = 30°,3$. La solution évaporée donne le pseudo-asparagose.

C'est une masse blanche, légèrement hygrométrique, que je n'ai pas réussi à faire cristalliser. Le produit est soluble dans l'eau froide en toutes proportions, beaucoup plus soluble dans l'alcool éthylique aux différents titres que l'asparagose. Il se dissout à froid dans 40 fois son poids d'alcool méthylique absolu, alors que l'asparagose y est insoluble.

Quand on l'hydrolyse, son pouvoir rotatoire s'élève à $\alpha_D - 71°,7$, ce qui correspond à 86 pour 100 de lévulose et 14 pour 100 de glucose. Il se dédouble lentement par l'invertine.

Le pseudo-asparagose ne précipite par la baryte qu'en présence d'alcool.

L'asparagose et le pseudo-asparagose se trouvent dans l'asperge en proportions sensiblement égales.

L'asparagose et le pseudo-asparagose ont presque totalemeut disparu dans l'asperge comestible où l'on ne trouve plus guère que des sucres réducteurs (les $\frac{10}{11}$). Par contre, je les ai retrouvés dans les baies vertes : ils en disparaissent au cours de la maturation, de sorte que les baies rouges ne contiennent plus que des corps réducteurs.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle des bacilles fluorescents de Flügge en Pathologie végétale.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Prillieux.

Très répandus dans l'air, l'eau et les couches supérieures du sol, les deux bacilles fluorescents de Flügge (*Bacillus fluorescens liquefaciens* et *putridus*)

([1]) Charles Tanret, *Comptes rendus*, 1893.

se rencontrent dans les putréfactions et sont bien, comme je vais le montrer dans cette Note, la cause de diverses gangrènes humides qui se produisent chez nos végétaux cultivés.

Les caractères morphologiques et les propriétés biologiques de ces deux espèces sont très connus. Je rappellerai seulement que ces microbes ne forment pas de spores, qu'ils ne prennent pas le Gram, que les cultures dégagent une odeur fécaloïde et présentent une réaction alcaline, qu'enfin ils donnent dans beaucoup de milieux une belle fluorescence verte. L'un d'eux liquéfie la gélatine, l'autre non.

Cette dernière propriété, les différences plus ou moins grandes constatées dans la coloration verte du milieu, dans l'odeur dégagée, dans la rapidité de formation, l'importance du voile sur bouillon et l'abondance du dépôt formé, dans le pouvoir pathogène pour les animaux, le lapin notamment, ont conduit quelques bactériologistes à distinguer plusieurs variétés de ces deux bacilles et même à créer, au sujet de pourritures des plantes, un certain nombre d'espèces nouvelles (*Bacillus caulivorus, brassicævorus, æruginosus*, etc.).

Or, avant de conclure à des différences spécifiques de formes affines, il faut être bien sûr que ses milieux de culture sont toujours les mêmes ; il faut aussi tenir compte du degré de variabilité des espèces étudiées. Ainsi le pouvoir liquéfiant est influencé par la réaction du milieu gélatine, le pouvoir fluorescent est lié, d'après Gessard [1], à la présence des phosphates, etc.

Partant d'un *fluorescens liquefaciens* donnant une belle coloration vert urane, j'ai eu souvent des cultures d'un vert plus jaune, des cultures à voile plus ou moins apparent, à odeur fécaloïde plus ou moins prononcée. M. Pinoy [2] rapporte que le *Bacillus fluorescens liquefaciens* cultivé en association avec le *Dictyostelium mucoroides* depuis plus de 5 ans ne donne plus de fluorescence ni dans le bouillon, ni sur la gélose, que son pouvoir liquéfiant a diminué, qu'un exemplaire de cette espèce, recueilli par M. le Dr Binot au mont Blanc et conservé dans les collections de l'Institut Pasteur, ne liquéfie plus la gélatine aujourd'hui.

Le même auteur ajoute que très probablement toutes les espèces fluorescentes créées dans ces dernières années ne sont que des variétés d'une seule et même espèce, le *Bacillus fluorescens*.

En 1890, peu après l'apparition de l'important Ouvrage de Flügge sur les Microorganismes, Prillieux et Delacroix [3] décrivaient un *Bacillus cau-*

---

(1) Gessard, *Sur la fonction fluorescigène des microbes* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, 1892, p. 801).

(2) Pinoy, *Rôle des bactéries dans le développement de certains Myxomycètes* Thèse de Doctorat, Paris, 1907, p. 20).

(3) Prillieux et Delacroix, *Comptes rendus*, t. CXI, juillet 1890, p. 208).

livorus qui produit la gangrène de la tige chez la Pomme de terre, les *Pelargonium*, *Begonia*, *Gloxinia*, *Clematis*, etc. Or ce bacille a tous les caractères du *fluorescens liquefaciens*, ainsi que l'a fait remarquer Laurent ([1]), que Delacroix ([2]) a paru l'admettre depuis et que je l'ai moi-même vérifié maintes fois. Delacroix ([3]) attribue à la forme non liquéfiante la pourriture de la moelle du Tabac et à la forme liquéfiante la pourriture des semis.

J'ai eu l'occasion d'observer des cas assez graves de gangrène humide des Carottes et des Rutabagas à l'École de Grignon, qui s'étaient manifestés dans des terres trop longtemps recouvertes par les eaux impures d'un ruisseau traversant le domaine. Or l'agent de cette gangrène était le *Bacillus fluorescens liquefaciens*. Il en était de même pour la pourriture de la moelle du Sainfoin en Champagne; dans ce cas, comme dans celui du Tabac cité plus haut, le bacille venait après une attaque d'insectes.

En 1905 et 1906, j'ai eu à m'occuper de la pourriture des Choux-fleurs dans la région du nord de la France. Là encore j'ai pu me convaincre que les jeunes feuilles du cœur étaient attaquées par la forme non liquéfiante du *fluorescens*. Le *Bacillus brassicævorus* G. Del. n'est donc que le *Bacillus fluorescens putridus* ([4]). Ce bacille, apporté par les limaces et les chenilles, se développait grâce à l'humidité extrême du marais où les Choux-fleurs étaient cultivés. Je l'ai retrouvé à la Station de Pathologie végétale sur l'inflorescence développée de ces plantes présentant çà et là des taches de pourriture.

L'an dernier, j'ai pu observer que des Tomates élevées en serres, des Melons élevés sous châssis et dont les tiges se couvraient de moisissures blanches paraissant plutôt saprophytes que parasites, étaient, en réalité, atteints au pied de gangrène humide due au *fluorescens*; une fois le pied malade, des Mucédinées banales se développaient sur la partie aérienne.

Enfin, au cours d'un voyage dans le Sud-Ouest, j'ai prélevé de nombreux échantillons de chancre du Tabac ou anthracnose, qui est très commun dans les années humides, et si préjudiciable aux planteurs. L'étude bactériologique que j'en ai faite m'a amené à conclure que le *Bacillus œruginosus* G. Del. n'est autre que le *fluorescens putridus*.

([1]) Laurent, *Recherches expérimentales sur les maladies des plantes* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIII, 1899, p. 1).

([2]) G. Delacroix, *Sur une altération des tubercules de la Pomme de terre* (*Annales de l'Institut agronomique*, 2e série, t. III, fasc. 1, 1904).

([3]) G. Delacroix, *Recherches sur quelques maladies du Tabac en France* (*Annales de l'Institut agronomique*, 2e série, t. V, fasc. 1, 1906).

([4]) Ed. Griffon (*Bull. de l'Office des Renseignements agricoles*, n° 7, 1906, et *Annales de Grignon*, 1908).

En somme on peut considérer comme établi qu'un certain nombre de formes bactériennes fluorescentes, pathogènes pour les plantes, ne sont que des variétés des *Bacillus fluorescens liquefaciens* et *putridus*, si tant est que ces deux microbes constituent bien deux espèces distinctes.

Il n'y a plus lieu de conserver les dénominations spécifiques de *caulivorus, brassicævorus* et *æruginosus*, et il est vraisemblable que cette conclusion se rapporte à d'autres espèces voisines sur lesquelles je compte pouvoir appeler prochainement l'attention.

Le *fluorescens*, répandu partout, se développe bien grâce à l'humidité et engendre de nombreux cas de pourriture chez les plantes. Il est bien, selon les idées de Laurent, un saprophyte qui s'adapte facilement au parasitisme. Là où il exerce ses ravages, il faut non seulement brûler les parties atteintes pour détruire les germes dangereux, mais encore lutter contre l'humidité, faire choix de variétés peu sensibles et observer la rotation des cultures.

Une autre précaution, dont on parle beaucoup depuis les recherches de Laurent, consiste dans l'emploi d'une fumure appropriée qui procurerait à la plante une certaine immunité : peu d'engrais organiques azotés, beaucoup de phosphates et de sels potassiques. Les résultats des essais que j'ai entrepris sous ce rapport et de ceux que j'ai suivis çà et là ne me paraissent pas très encourageants. Sans les considérer comme négligeables, je crois pouvoir dire qu'une atmosphère humide, un sol mouilleux, une variété peu résistante restent encore, d'une manière générale, les facteurs essentiels qui provoquent la pourriture due au *fluorescens*. Ce sont donc ceux-là qu'on doit surtout viser dans le traitement. Il n'est pas sans intérêt d'ajouter que ces facteurs ont bien toujours été considérés comme tels par les praticiens.

Il y aurait bien encore à signaler les tentatives d'immunisation des plantes par inoculation de cultures atténuées ou par arrosage avec des produits de cultures virulentes; mais elles sont restées jusqu'ici — et pour cause probablement — dans le domaine du laboratoire; il n'y a donc pas lieu, pour le moment du moins, d'en tenir compte dans la pratique.

BOTANIQUE. — *Étude biométrique des pépins d'un* Vitis vinifera *franc de pied et greffé*. Note de M. **P. Seyot**, présentée par M. G. Bonnier.

L'on sait qu'à la suite de la crise phylloxérique, presque tous les viticulteurs ont reconstitué leurs vignobles par le greffage du *Vitis vinifera* sur Vignes américaines.

Bien que la reconstitution date depuis plus de 40 ans en certaines régions, la question des effets du greffage de la Vigne donne lieu, aujourd'hui encore, à de vives controverses. Les uns admettent que la Vigne française et la Vigne américaine sont sans action l'une sur l'autre et vivent chacune comme si elle était seule; les autres, au contraire, admettent que le sujet et le greffon s'influencent mutuellement à des degrés divers.

Jusqu'ici l'on a bien apporté, à l'appui de chacune de ces opinions, des faits parfois contradictoires, étudiés d'après les méthodes habituelles d'observation usitées dans les sciences expérimentales. Personne ne s'est jusqu'ici servi à cet effet des procédés de la biométrie, bien que cette science ait pris depuis quelque temps une importance toute particulière en sciences naturelles. Je me suis proposé de combler cette lacune. Comme premier sujet d'études dans cette voie, j'ai choisi les pépins, organes considérés par certains ampélographes comme présentant des caractères remarquables de fixité.

Les matériaux de mes recherches m'ont été fournis par M. Baco, instituteur à Bélus (Landes), qui a dirigé la reconstitution de sa région et possède plusieurs champs d'expériences où sont cultivés comparativement des ceps francs de pied côte à côte avec des ceps de même nature greffés sur sujets variés. Ceux-ci ayant la même origine que le franc de pied, et se trouvant dans des conditions semblables, en dehors de la greffe, les différences, lorsqu'il y en a, ne peuvent provenir que du mode de vie symbiotique.

Dans un assez grand nombre de grappes aussi comparables que possible et provenant de ceps d'un même cépage, le Tannat franc de pied et greffé sur 10 sujets différents, j'ai choisi dans chaque série, en 1908, un nombre suffisant de grains de raisins mûrs pour faire le poids de 1^{kg}. Après avoir extrait le moût et enlevé la pulpe, j'ai recueilli tous les pépins, puis je les ai décortiqués en les traitant quelques minutes par l'eau de Javel et en les brassant ensuite avec du sable fin. J'ai constaté que le nombre des pépins ainsi obtenus, d'un même poids de raisins mûrs, variait de 900 à 1400 environ dans les Tannats greffés; il a été de 1237 dans le franc de pied. En outre, leur coloration était variable non seulement d'un lot à un autre, mais encore dans un même lot. La couleur pouvant, jusqu'à un certain point, être considérée comme un criterium de la maturité, j'ai choisi dans chaque lot 850 pépins de même teinte, et ce sont ces organes bien mûrs, issus de grains de raisin bien conformés, que j'ai soumis à une mensuration méthodique. Comme on le voit, je me suis volontairement placé dans des conditions telles que les pépins devaient présenter le minimum de variation à la suite de la greffe.

Pour obtenir des mesures bien exactes, j'ai dessiné les contours de chaque pépin à la chambre claire, au grossissement de 25 diamètres, et, sur ces dessins, j'ai établi 17 mensurations qui m'ont fourni, pour chaque série,

17 colonnes de chiffres à l'aide desquelles j'ai établi les courbes de variation de chaque dimension choisie. L'unité de longueur employée a été le dixième de millimètre. Voici les résultats obtenus : 1° pour le Tannat franc de pied; 2° pour le Tannat greffé sur Riparia Gloire et pour le Tannat greffé sur 41 B Millardet.

Dans le Tannat franc de pied, les 17 courbes ont toutes une régularité assez prononcée et ne présentent qu'un seul sommet. On peut donc dire que cette vigne est *pure de race* et qu'elle se trouve dans des conditions de vie telles que ses graines se développent d'une façon normale. Chez le Tannat greffé, dans les deux cas, on trouve, pour certaines dimensions, des courbes à plusieurs sommets; l'amplitude de la variation diffère de celle du franc de pied; les points critiques des courbes sont presque toujours déplacés; enfin certaines courbes sont plus régulières que les courbes correspondantes du franc de pied.

Deux séries de ces courbes sont particulièrement intéressantes; ce sont celles qui se rapportent à la longueur du bec et à la largeur de l'extrémité de celui-ci. Ces deux dimensions sont souvent indiquées comme ayant la valeur de *caractères spécifiques*. Or, dans le franc de pied comme dans les greffes sur Riparia Gloire et sur 41 B, les courbes relatives à la longueur du bec sont bien à un seul sommet, mais les points critiques diffèrent notablement. Ils se trouvent aux chiffres 9, 18 et 30 pour le franc de pied; aux chiffres 8, 15 et 23 pour le Tannat greffé sur Riparia Gloire, et aux chiffres 7, 12 et 20 pour le Tannat greffé sur 41 B. La courbe la plus régulière, la plus voisine d'une courbe théorique, est celle du Tannat greffé sur Riparia Gloire. Ces résultats montrent nettement que le caractère de la longueur du bec est influencé par la greffe; que, suivant le sujet, cette influence est plus ou moins prononcée et peut s'orienter dans un sens donné.

La courbe relative à la largeur de l'extrémité du bec présente, dans le franc de pied, les points critiques 4, 7 et 12; dans le Tannat greffé sur Riparia Gloire, 6, 8, 12, 13 et 19; dans le Tannat greffé sur 41 B, 6, 8 et 15. Les courbes du franc de pied et du 41 B sont très comparables; il y a seulement déplacement des points critiques et l'on peut dire que le sujet 41 B a simplement une tendance à augmenter la largeur du bec des pépins du greffon. La courbe du Tannat greffé sur Riparia Gloire est des plus remarquables, car elle est à deux sommets correspondant l'un au chiffre 8, l'autre au chiffre 13. Ce deuxième sommet est en dehors de la limite de variation du franc de pied et possède une grande valeur. En effet, 221 graines sur 850 ont une largeur du bec supérieure à 12 dixièmes de millimètre, chiffre qui n'est atteint que par 7 pépins du franc de pied. Dans le Tannat greffé sur Riparia Gloire, 56 ont cette dimension, 87 ont 13 dixièmes, 62 en ont 14, 52 en ont 15, 13 en ont 16, etc. A ne considérer que cette courbe, on se croirait en présence d'un caractère fourni par une plante ayant dans son hérédité *un mélange de deux races* bien distinctes. Tel n'est pas le cas cependant; il

n'y a pas possibilité qu'il en soit ainsi grâce à l'origine des greffons et au contrôle qui nous est fourni par l'ensemble si homogène des caractères du Tannat franc de pied obtenu et cultivé dans les mêmes conditions que les ceps greffés.

En résumé, ces recherches permettent de formuler les conclusions suivantes :

1° La greffe a eu une influence marquée sur les caractères des pépins du Tannat greffé dans la région landaise;

2° Un caractère du pépin de ce cépage peut être accentué ou diminué suivant le sujet employé.

3° Dans certains cas, la variation, au point de vue du polygone de variation d'un caractère déterminé du pépin de cette vigne, s'est comportée d'une façon comparable à celle que fournit l'hybridation sexuelle.

BOTANIQUE. — *Sur la prétendue utilisation de l'azote de l'air par certains poils spéciaux des plantes.* Note de M. **François Kövessi**, présentée par M. G. Bonnier.

Dans une Communication précédente, M. Jamieson a publié une étude *Sur l'utilisation de l'azote de l'air par les plantes* ([1]). Cet auteur déclare que, dans toutes les plantes étudiées, il a constaté qu'il existe des poils qui absorbent l'azote libre de l'air et le transforment en albumine. Selon M. Jamieson, « l'albumine n'existe pas dans le poil à sa formation, *elle n'apparaît que quand ce poil a subi le contact de l'air* ». Pour démontrer, avant et après l'assimilation, le manque ou l'existence des substances albuminoïdes, l'auteur a employé les trois réactifs bien connus : l'iode, le réactif de Millon et le biuret. Dans le résumé de ses conclusions, il s'exprime ainsi : « Ces organes, que j'appelle producteurs d'albumine, ne se rencontrent, en règle générale, que sur les parties tendres des limbes ou des pétioles des feuilles toutes jeunes; au début de leur formation, *ils ne contiennent pas d'albumine;* lorsque ces organes sont complètement développés, la production d'albumine commence, le poil se remplit d'une quantité parfois considérable d'albumine; cette condition dure un certain temps; l'albumine est ensuite absorbée. »

Après M. Jamieson, MM. G. Zemplén et G. Roth se sont occupés de la

---

([1]) *Annales de la Science agronomique française et étrangère,* t. I, 1908, p. 61-132.

même question (1). Ils sont arrivés à un résultat analogue; l'azote de l'albumine produit dans les poils viendrait, par la voie de l'assimilation, de l'air atmosphérique.

Comme on ne peut supposer de cellules sans protoplasma, qui est une sorte de substance albuminoïde, cette doctrine me parut douteuse. Pour le vérifier, j'ai fait deux séries d'expériences : l'une dans une atmosphère gazeuse privée d'azote, l'autre dans l'air ordinaire comme témoin. J'ai traité comparativement les poils développés sur les feuilles par les réactifs cités plus haut.

D'après M. Jamieson, les poils ne contiendraient de l'albumine que dans le cas où ils ont subi le contact de l'air dont ils absorbent l'azote libre; si cela était exact, pour des plantes cultivées dans des gaz privés d'azote, les poils ne se développeront pas, ou, s'ils se développent, ils ne donneront point les réactions de l'albumine.

Les plantes étudiées sont : *Spergula arvensis*, *Vicia Faba*, *Vicia sativa*, *Brassica Napus*, *Hordeum sativum*, *Avena sativa*, *Triticum sativum*, *Robinia Pseudacacia*, *Robinia hispida*, *Carpinus Betulus*, *Acer platanoides*, *Juglans regia*, *Caria alba*, *Æsculus Hippocastanum*, *Castanea vesca*, *Corylus avellana*, *Ribes Grossularia*, *Viburnum Opulus*, *Sorbus aucuparia*, etc.

J'ai cultivé ces plantes dans des vases en verre hermétiquement fermés. J'ai employé comme sol du sable lavé avec des acides, des alcalis et de l'eau distillée. J'ai ajouté à ce sable du liquide bien connu de M. Crone. De ce sol nutritif il se ne dégage dans l'atmosphère du vase ni ammoniaque, ni azote, ni composé azoté. Dans ce milieu, j'ai placé les boutures des arbres ou les graines des plantes. Après avoir hermétiquement fermé ces vases et chassé l'air, je les ai remplis d'oxygène pur, lequel a été préparé par voie électrolytique. En répétant trois fois l'évacuation et le remplissage, j'ai de ce fait purifié le milieu, à ce point qu'il n'y est resté aucune trace d'azote. Durant l'expérience, j'ai établi un courant d'oxygène développé par 2 ou 3 ampères, dans le but d'emporter le gaz accidentellement développé, et de remplacer l'oxygène utilisé par la respiration. Lorsque les plantes ont commencé à pousser et à verdir, je leur ai donné du gaz carbonique pour que l'assimilation se produise.

Afin de contrôler constamment l'expérience, j'ai fait passer les gaz à leur sortie des vases dans de l'eau distillée et dans une solution de potasse; puis, j'ai recherché dans ces liquides l'ammoniaque par la réaction de

(1) *Erdészeti Kisérletek*, 1908, 1-2 et 3-4. Voir encore *Ann. Sci. agr. franç. étr.*, t. I, fasc. 2, 1909.

M. Nessler. Pour constater l'absence ou la présence d'azote, j'ai employé la méthode de Cavendish; c'est-à-dire j'ai essayé de brûler l'azote par l'étincelle électrique de 15^{cm} de longueur. J'ai conduit ensuite les gaz à travers une solution de potasse, puis *une solution d'acide sulfurique*. J'ai recherché dans ces liquides la présence de l'azote par les méthodes les plus sensibles connues aujourd'hui. J'ai prouvé, par ces contrôles, la pureté complète de l'atmosphère de mes vases.

Pour les témoins, j'ai cultivé les plantes dans des vases, avec un sol et la liqueur nutritive de M. Crone, de façon semblable, avec cette seule différence que j'y ai laissé pénétrer l'air libre.

A la fin de l'expérience, ayant ouvert les vases, j'ai coupé immédiatement les plantes à étudier, je les ai immergées tout de suite dans les réactifs cités plus haut, et je les ai examinées ensuite au microscope. Je puis énoncer les résultats suivants :

Les poils des plantes cultivées, soit à l'air libre, soit dans des milieux privés d'azote, se développent exactement de la même manière; il en est de même des « poils spécialisés » étudiés par MM. Jamieson, Zemplén et Roth.

Les poils pris sur des organes de même âge et également développés produisent dans les deux cas, avec les réactifs cités plus haut, des résultats semblables.

L'expérience démontre donc d'une manière évidente que l'azote des substances albuminoïdes décelées par ces réactions ne vient pas de l'azote de l'air.

BOTANIQUE. — *Les graines tuées par anesthésie conservent leurs propriétés diastasiques.* Note de MM. **Jean Apsit** et **Edmond Gain**, présentée par M. G. Bonnier.

Il a été démontré qu'une graine peut ne plus posséder la faculté germinative et conserver encore pendant longtemps des diastases actives. Il en est ainsi de certaines graines qui sont restées plus de 100 ans à l'état de repos [1].

Si l'on soumet une graine à l'anesthésie, pendant un temps suffisant, cette graine ne peut plus germer. On peut se demander si les facultés diastasiques survivent ici à la perte du pouvoir germinatif.

---

[1] Brocq-Rousseu et Edmond Gain, *Sur la durée de la peroxydiastase des graines* (*Comptes rendus*, déc. 1907, et *Comptes rendus*, 9 mars 1900).

Dans l'incertitude où l'on se trouve d'interpréter en quoi consiste le système chimique qui est doué de la propriété diastasique, cette question présente un certain intérêt.

Pour la résoudre, nous avons appliqué la méthode décrite dans une Note antérieure ([1]).

a. On prépare de l'empois d'amidon stérile; *b*, on fait une solution stérile de l'amylase supposée pouvant exister dans des graines tuées par un anesthésique; *c*, on ensemence l'empois avec la solution *b* et l'on place le flacon stérile à l'étuve à 35°.

On dose le sucre qui peut exister au début et à la fin de l'expérience.

Dans nos expériences, des grains de blé de Noë gonflés ont été anesthésiés par immersion dans l'éther sulfurique liquide pendant 90 minutes.

Les grains ainsi traités ne donnaient plus ensuite aucune germination lorsqu'on les plaçait dans des circonstances favorables au réveil germinatif.

Ces grains, tués par l'anesthésie, sont lavés par l'eau distillée stérile; broyés dans de l'eau stérile, ils donnent un liquide qui est filtré sur bougie et ajouté à de l'empois stérile.

Avec des graines du même lot, non anesthésiées et choisies comme témoins, on a opéré rigoureusement de la même manière, toutes les conditions de poids étant semblables.

Voici le résultat du dosage du sucre par la liqueur de Fehling :

	Quantités de sucre pour 100 d'amidon.			
Durée des expériences.	Amidon et amylase des grains tués par l'éther.		Amidon et amylase des grains sains non anesthésiés.	
Première expérience : 3 jours....	20,29	Sucre formé pendant l'expérience	18,93	Sucre formé pendant l'expérience
Deuxième expérience : 8 jours....	21,06		18,31	
Troisième expérience : 12 jours..	21,54		18,31	

On voit que la mort de la graine par anesthésie laisse subsister la faculté diastasique, *avec son activité normale*.

D'autre part, l'expérience classique décrite antérieurement ([2]) permet d'affirmer aussi que les graines tuées par l'anesthésie sont encore pourvues de la faculté peroxydiastasique.

Conclusions. — Les grains de blé tués par l'éther sulfurique sont encore

---

([1]) Brocq-Rousseu et Edmond Gain, *Sur la présence de l'amylase dans les vieilles graines* (*Comptes rendus*, février 1909).

([2]) Brocq-Rousseu et Edmond Gain, *Oxydases et peroxydiastases des graines* (*Revue générale de Botanique,* février 1909).

pourvus des propriétés amylasique et peroxydiastasique. A cet égard, ils conservent leurs propriétés industrielles.

C'est un exemple de plus, où l'on voit se conserver les propriétés diastasiques de la graine, après la disparition de la faculté germinative.

PHYSIOLOGIE. — *De la sensation du relief.* Note [1] de M. A. **Quidor**, transmise par M. Yves Delage.

Les instruments destinés à l'observation binoculaire et directe des objets ou de l'espace rendent généralement plus grand l'angle de convergence ou parallaxe angulaire de chacun des points observés. Ce résultat s'obtient soit en rendant plus grand le diamètre apparent des objets soit en rendant la base visuelle de l'instrument plus grande que celle de l'observateur. On emploie la jumelle dans le premier cas et le téléstéréoscope dans le second. Les jumelles téléstéréoscopiques augmentent à la fois le diamètre apparent des objets et la base visuelle de l'instrument.

On admet qu'en rendant n fois plus grand le diamètre apparent d'un objet une jumelle de grossissement n rend n fois plus grand le relief de cet objet. De même le téléstéréoscope dont la base visuelle serait p fois plus grande que celle de l'observateur rendrait le relief des objets observés p fois plus grand. Enfin le relief d'un objet regardé avec une jumelle téléstéréoscopique, synthèse des deux instruments précédents, serait rendu np fois plus grand.

Si, dit-on, les angles de convergence de deux points A et B dont les valeurs respectives sont α et β dans l'observation directe deviennent $n\alpha$ et $n\beta$ par l'emploi d'un instrument d'optique, l'observateur, pour passer du point B au point A, est obligé de faire un effort identique à celui que nécessiterait l'observation de deux points dont la distance serait n fois plus grande que celle qui sépare les points A et B.

Or la parallaxe seule ne peut caractériser le relief d'un corps. Ce serait admettre en effet que deux reproductions d'un même objet faites à des échelles différentes auraient un relief différent.

La différence d'efforts de convergence nécessaire pour passer du point le plus rapproché d'un objet au point visible le plus éloigné sera, par définition, le relief absolu de cet objet.

Le relief absolu sera exprimé par le nombre qui mesure la différence des parallaxes des points extrêmes de cet objet si l'on prend pour unité d'efforts

---

[1] Transmise dans la séance du 21 juin 1909.

de convergence celui que nécessite l'observation successive de deux points du plan médian dont la différence des parallaxes est égale à l'unité d'angle.

Par définition, le relief relatif d'un objet sera le rapport $\frac{\Delta}{\beta}$ de son relief absolu Δ à son diamètre apparent β. Ce rapport caractérise le relief du corps. Deux reproductions d'un même objet, placé à la même distance de l'observateur, ont en effet même relief relatif.

Le relief relatif d'un objet dépend de la distance qui le sépare de l'observateur. Les variations qu'il subit sont soumises aux lois suivantes établies au moyen du microscope stéréoscopique Quidor-Nachet.

Principe I. — Pour une inclinaison donnée, le relief relatif ne dépend pas du grossissement.

Principe II. — L'inclinaison devenant 1, 4, 9, 16 fois plus grande, le relief relatif devient 1, 2, 3, 4 fois plus grand.

Principe III. — La distance de l'observateur devenant 1, 4, 9, 15 fois plus grande ou plus petite, le relief relatif devient 1, 2, 3, 4 fois plus petit ou plus grand.

Ce principe est une conséquence des deux précédents.

Du relief relatif des objets vus au moyen d'une jumelle, d'un téléstéréoscope ou d'une jumelle téléstéréoscopique. — Considérons un objet dont le relief absolu soit Δ et le diamètre apparent β.

Vu avec une jumelle de grossissement n, le relief relatif de cet objet devient $\frac{n\Delta}{n\beta}$, soit $\frac{\Delta}{\beta}$.

Or, le diamètre apparent de cet objet devenant n fois plus grand, sa distance paraît n fois plus petite. Dans l'observation directe, son relief relatif serait à cette distance $\frac{\Delta\sqrt{n}}{\beta}$.

Le relief relatif des objets vus avec une jumelle est donc divisé par la racine carrée du grossissement de cette jumelle.

Ce même objet, regardé avec un téléstéréoscope dont la base visuelle serait p fois celle de l'observateur, aura pour relief relatif $\frac{\Delta p}{\beta}$.

Mais, l'effort de convergence que nécessite la perception de cet objet devenant p fois plus grand, la distance de l'objet paraît p fois plus petite. Son relief relatif serait donc dans l'observation directe $\frac{\Delta\sqrt{p}}{\beta}$.

Il en résulte donc que *le relief relatif des objets vus avec un téléstéréoscope est multiplié par la racine carrée du rapport de la base visuelle de l'instrument à celle de l'observateur.*

Enfin, avec la jumelle téléstéréoscopique, le relief relatif de cet objet serait $\frac{np\Delta}{n\beta}$ ou $\frac{\Delta p}{\beta}$, n étant le rapport des distances focales de l'objectif et de l'oculaire, et p le rapport des bases visuelles de l'instrument et de l'observateur.

La distance de l'objet paraissant np fois plus petite, son relief relatif serait dans l'observation directe $\frac{\Delta\sqrt{np}}{\beta}$.

Le relief relatif des objets observés par une jumelle téléstéréoscopique est donc multiplié par $\sqrt{p}$ comme dans les téléstéréoscopes et divisé par $\sqrt{n}$ comme dans les jumelles.

ANATOMIE. — *Note sur la structure de l'amygdale pharyngienne des Crocodiliens* (*Crocodilus crocodilus* Linn. et *Crocodilus palustris* Less.), par **L. Papin**, présentée par M. Edmond Perrier.

Stannius ([1]), Rathke ([2]) ont décrit chez *Crocodilus crocodilus* Linn., au niveau du pharynx, des formations qu'ils rattachèrent, le premier à l'amygdale palatine, le second à l'amygdale tubaire des Vertébrés supérieurs. Killian ([3]) étudia la même espèce et conclut qu'il s'agissait en réalité d'un organe homologue de l'amygdale pharyngienne des Mammifères. Sa description se rapporte à des exemplaires de 38^{cm} à 41^{cm} de long.

J'ai eu l'occasion d'examiner un exemplaire adulte de *Crocodilus crocodilus* Linn. et plusieurs exemplaires jeunes de *Crocodilus palustris* Less., mesurant 40^{cm} de long.

Chez *Crocodilus crocodilus*, on trouve à la voûte du pharynx, à 1^{cm} en arrière des choanes, un sillon semi-lunaire, à concavité regardant en arrière et dont les deux extrémités viennent presque au contact sur la ligne médiane. En dedans de ce sillon, il existe, de chaque côté, deux autres sillons, l'un externe, l'autre interne, à direction antéro-postérieure, légèrement concaves en dedans, mesurant 1^{cm} de long. Ils délimitent trois replis muqueux. Sur la ligne médiane, séparé des deux replis internes droit et gauche, on voit une sorte de tubercule, plus élevé que les replis muqueux environ-

---

([1]) Stannius, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, 1846, p. 206 et 297.

([2]) Rathke, *Ueber den Körperbau der Krokodile*. Wien, 1862.

([3]) Killian, *Ueber die Bursa und Tonsilla pharyngea* (*Morph. Jahrb.*, Band XIV, 1888, p. 618).

nants ; c'est la région de l'infundibulum tubaire. En dehors de ce premier groupe, on trouve un second ensemble de plis, nettement séparé du précédent par un sillon long de $1^{cm},5$, large de 2^{mm}, profond de 3^{mm}, plus profond en arrière qu'en avant. Ce second groupe offre plutôt une disposition rayonnante, en éventail, les sillons convergeant en arrière. Il comprend, de chaque côté, quatre replis de la muqueuse dont la longueur va en diminuant d'avant en arrière : le plus antérieur mesurant $1^{cm},5$, le plus postérieur $0^{cm},5$; par contre, la profondeur des sillons limitants augmente d'avant en arrière. Enfin, les sillons sont plus profonds en arrière qu'en avant ; le sillon postérieur présente les caractères d'une véritable crypte amygdalienne. Ajoutons qu'il existe de chaque côté deux petits sillons accessoires très peu marqués.

On trouve donc, à la voûte du pharynx chez les Crocodiliens, deux formations bien distinctes : l'une impaire, médiane, nettement séparée par un sillon annulaire, formée de chaque côté par trois replis muqueux ; elle a la valeur d'une amygdale tubulaire ; l'autre, plus volumineuse, paire, formée par quatre replis de chaque côté ; elle est l'homologue de l'amygdale pharyngienne des Mammifères. Killian n'a sans doute examiné que de jeunes spécimens.

Chez cette espèce, sur des individus de 40^{cm} de long, l'amygdale s'étend à 2^{mm} en arrière des choanes ; elle mesure 5^{mm} de long sur 8^{mm} de large. L'infundibulum tubaire est un petit tubercule de 3^{mm} de long sur 2^{mm} de large. Autour de lui sont groupés les replis tonsillaires, au nombre de quatre de chaque côté, mesurant 1^{mm} de hauteur et $0^{mm},5$ d'épaisseur ; leur longueur diminue de dedans en dehors et d'avant en arrière ; le bourrelet antérieur a 4^{mm}, le bourrelet postérieur $2^{mm},5$. Il n'existe pas, comme chez *Crocodilus crocodilus* adulte, de sillon séparant le tubercule infundibulaire de la région des choanes ; d'autre part, les bourrelets tonsillaires ont une direction presque antéro-postérieure, sauf les deux derniers qui sont obliques en dedans ; enfin, la disposition paire de l'organe est plus marquée que chez l'adulte. Comme on le voit, cette description concorde avec celle de Killian. Mais il existe un autre bourrelet amygdalien non signalé par lui ; il est situé entre le tubercule infundibulaire et le premier repli, au fond d'une dépression profonde ; par sa situation, il doit être rattaché à l'amygdale tubulaire.

L'amygdale pharyngienne est revêtue, sur toute son étendue, par un épithélium analogue à celui du pharynx comprenant des cellules cylindriques ciliées et des cellules à mucus en nombre à peu près égal. Au niveau des sillons, on observe presque toujours une infiltration lymphoïde intense ; l'épithélium s'aplatit progressivement, perd ses cils et disparaît. Le chorion sous-jacent chez *Crocodilus palustris* est surtout formé de cellules conjonctives fusiformes et anastomosées correspondant à un stade jeune du tissu connectif ; remplacées chez *Crocodilus crocodilus* par des faisceaux de fibres et des fibres élastiques.

L'infiltration lymphoïde se présente sous deux formes : 1° sous forme de simples amas leucocytaires ; 2° sous forme de tissu lymphoïde vrai.

Les amas leucocytaires se rencontrent dans toute l'étendue de la tonsille. La majeure partie des éléments sont de petits mononucléaires ; on trouve à peine çà et là un leucocyte à granulations basophiles. Les rares polymorphes à granulations acidophiles qu'on rencontre dans les coupes sont toujours contenus dans les vaisseaux.

Le tissu lymphoïde est presque toujours localisé au niveau des cryptes les plus pro-

fondes, mais toutes ne sont pas envahies. Les nodules m'ont paru être plus nombreux chez *Crocodilus palustris.*

Le réticulum est très facilement visible, sans préparation spéciale, chez *Crocodilus crocodilus;* il se colore électivement en jaune par le mélange de Van Gieson. Les mailles de ce réseau sont polyédriques dans les parties profondes; mais vers la surface elles s'aplatissent, leur grand axe s'oriente parallèlement à la surface de la muqueuse; elles forment ainsi une sorte de feutrage dans les points où l'épithélium fait défaut. Les éléments contenus dans les mailles du réseau sont de même nature que ceux des amas leucocytaires.

Prenant (¹) a décrit chez *Anguis fragilis* une disposition analogue au niveau de la muqueuse pharyngo-œsophagienne. Viollet (²) a signalé, dans les végétations adénoïdes du naso-pharynx, la disparition de l'épithélium remplacé par du tissu lymphoïde.

Il n'a pas été possible de saisir le passage de l'élément épithélial à l'élément lymphoïde comme le voudrait Retterer.

CYTOLOGIE. — *Sur la présence de sphères attractives et de centrosomes dans les cellules issues de la segmentation parthénogénésique de l'œuf de la Poule et sur les caractères de ces formations.* Note de M. **A. Lécaillon**, présentée par M. Henneguy.

En étudiant les cellules qui prennent naissance lors de la segmentation de l'œuf non fécondé de la Poule, j'ai reconnu que ces éléments histologiques contiennent des sphères attractives et des centrosomes. Ce fait présente, à différents points de vue, une importance dont il est facile de se rendre compte.

En premier lieu il est une preuve nouvelle, qui s'ajoute à celles que j'ai précédemment données, que les segments apparaissant dans le germe de l'œuf non fécondé des Oiseaux sont bien de véritables cellules et non pas des fragments se formant sous l'influence de causes d'ordre physico-chimique.

En second lieu il montre que chez les Oiseaux, soit dans la segmentation parthénogénésique, soit dans la segmentation de l'œuf fécondé, les blasto-

(¹) Prenant, *Sur la présence d'amas leucocytaires dans l'épithélium pharyngien et œsophagien d'*Anguis fragilis (*Bibl. anat.*, t. IV, 1896, p. 21).

(²) Viollet, *Recherches sur la structure histologique des végétations adénoïdes du naso-pharynx* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie,* 1903, p. 97).

mères produits ont une structure très analogue. Bien qu'encore mal connus au point de vue cytologique, les blastomères qui prennent naissance dans la segmentation normale des œufs fécondés paraissent en effet contenir aussi, d'après les recherches d'Harper (1904) chez le Pigeon, des sphères attractives et des centrosomes.

D'un autre côté, les embryogénistes admettent, pour la plupart, que chez les animaux le centrosome des œufs fécondés a été apporté par le spermatozoïde fécondateur, tandis que le centrosome primitif de l'œuf ne joue plus de rôle. L'exemple de la Poule montre que, tout au moins dans les cas de parthénogenèse, le centrosome primitif de l'œuf peut continuer à jouer un rôle pendant la segmentation et, quand le développement parthénogénésique ne s'arrête pas à un stade aussi précoce que chez les Oiseaux, être l'origine des centrosomes des cellules de l'embryon et de l'adulte. Du reste, les auteurs qui croient que le centrosome n'est pas une formation permanente de la cellule, mais au contraire un élément qui apparaît seulement lors de la division cellulaire, pourraient aussi admettre que la présence de cet élément dans les cellules dérivant d'un développement parthénogénésique est une preuve nouvelle de l'exactitude de leur hypothèse.

J'ai pu observer la présence des sphères attractives et des centrosomes dans les cellules de segmentation au repos, dans les cellules en voie de division indirecte et dans les cellules où le noyau se divise par simple étranglement. Ces éléments se rencontrent même encore dans la plupart des cellules contenant un double noyau et vouées à une dégénérescence très prochaine.

Dans les cellules au repos, la sphère attractive est placée contre le noyau. Elle est toujours très volumineuse. Les noyaux cellulaires étant ici de dimension fort variable, elle paraît tantôt plus volumineuse, tantôt de même dimension, tantôt plus petite que le noyau près duquel elle est placée. Elle a une forme générale sphéroïdale ou ovoïde. Du côté du noyau, sa limite périphérique épouse la forme générale de la membrane nucléaire contre laquelle elle est appliquée. Sur le reste de son contour, elle présente l'amorce de nombreux prolongements disposés radiairement et qui peuvent se suivre plus ou moins loin. Alors que le reste de la cellule contient de nombreux grains de vitellus nutritif, la sphère n'en contient pas. Enfin, certains colorants cytoplasmiques la colorent électivement, tandis qu'ils ne laissent pas de teinte sur le reste du protoplasma cellulaire.

Dans la sphère attractive se trouve le corps spécial qui représente le centrosome. Il a la forme d'une granulation que, par l'emploi de certains colorants, on peut différencier de la substance constituante de la sphère (par exemple, au moyen de l'hématoxyline ferrique). Dans les cellules au repos, où la sphère est appliquée contre la membrane nucléaire, le centrosome paraît plus rapproché du noyau que du bord de la

sphère opposé à ce dernier, et souvent la membrane nucléaire présente un point d'inflexion au niveau qui correspond à la place du centrosome.

Dans les cellules en voie de mitose, la sphère et le centrosome se divisent suivant le processus habituel. La substance de la sphère attractive donne naissance au fuseau de division, lequel se colore nettement comme cette substance elle-même.

Dans certaines cellules où le noyau se divise par simple étranglement et qui vont subir prochainement la dégénérescence, la sphère et le centrosome se divisent néanmoins préalablement à l'étranglement nucléaire. Les deux sphères et les deux centrosomes vont se placer aussi en deux points opposés du noyau, comme dans les divisions nucléaires indirectes. Mais le plan d'étranglement du noyau se dispose alors non pas perpendiculairement, mais parallèlement à la ligne qui passe par les deux centrosomes et les deux sphères. Dans ce cas il ne se forme pas de fuseau et, en conséquence, les deux sphères conservent la forme qu'elles ont dans les cellules au repos; la volumineuse substance qui les constitue reste tout entière disposée autour des centrosomes.

En résumé, tant au point de vue embryogénique qu'au point de vue purement cytologique, les sphères attractives et les centrosomes des cellules qui se forment dans la segmentation de l'œuf non fécondé des Oiseaux sont des éléments dont l'étude ne saurait être négligée, car elle peut contribuer, dans une mesure importante, à la solution de différents problèmes non encore aujourd'hui complètement résolus.

ZOOLOGIE ET GÉOLOGIE. — *Les grottes de Lacave (Lot).* Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. E. Perrier.

Dès 1894, dans son Ouvrage des *Abîmes,* M. Martel émettait en substance cette idée que la partie des cavités souterraines directement accessible à l'homme n'était qu'une très faible partie de celles qui existaient réellement. Qu'on les abordât par leur extrémité libre au bord des vallées, ou par les *avens* qui les faisaient communiquer avec les plateaux supérieurs, toujours on était arrêté soit par des siphons, soit par des bouchons argileux. Un travail de désobstruction devait, selon lui, nous révéler tout une circulation d'eaux souterraines, anciennes ou actuelles, complètement insoupçonnées.

Convaincu que cette assertion était l'expression rigoureuse de la vérité, nous n'hésitâmes pas à passer de la théorie à la pratique, et, quelle qu'ait pu

être l'énormité des sommes engagées dans une pareille entreprise, nous ne regrettons pas d'avoir tenté l'expérience.

Les résultats obtenus aux grottes de Lacave sont assez concluants pour que nous nous permettions de les exposer ici en détail.

En 1902, un abîme vertical (Igue Saint-Sol), situé sur le Causse de Gramat, entre Rocamadour et Souillac (Lot), à 20km du célèbre Puits de Padirac, nous conduisait, après 80m de descente verticale, dans une série de galeries, longues de 1200m environ, et si merveilleuses, si délicatement ornées, que nous jugions tout de suite opportun de les aménager en vue de les rendre accessibles aux touristes.

L'une des extrémités se terminait par un bouchon d'argile, dans la direction de la vallée de la Dordogne. Nous déblayâmes cette argile sur une longueur de 40m environ, nous tenant toujours sous une voûte naturelle.

Comme il devenait impossible de loger les déblais dans les galeries sans altérer leur physionomie pittoresque, nous songeâmes à procéder inversement.

Ces galeries, jadis creusées par une rivière actuellement desséchée, devaient aboutir par des conduits plus ou moins obstrués à la vallée même de la Dordogne. Nous tentâmes donc de remonter de la vallée aux cavités souterraines trouvées.

Une grotte existait qui, en 1902, servait d'église au village de Lacave. C'était une cavité de 20m de haut et de 100m de long. Elle nous parut avoir été jadis le débouché de la rivière cherchée, laquelle rivière, s'étant sans doute frayé un autre lit dans un plan plus bas, ne se manifeste plus aujourd'hui que par une série de sources temporaires à quelques mètres au sud-ouest de l'ancienne issue, à 4m en contrebas. Des déblais appropriés nous firent connaître que cette galerie, dont le sol était un mélange d'argile et d'éboulis, puis de l'argile pure, avait donné asile jadis à une population de l'âge du Renne (époque solutréenne) dont nous retrouvâmes les outils en silex et en bois de Renne et des œuvres d'art d'un réel intérêt (1). Les foyers de cette population s'étendaient sur les débris rocheux et sur l'argile pure obstruant un siphon.

Un premier point était donc acquis : la rivière ayant creusé les galeries de l'Igue Saint-Sol avait, dès l'époque solutréenne, non seulement achevé le creusement des galeries, mais encore effectué, par ses alluvions, le recomblement d'une portion de la grotte primitivement trouvée.

Nous déblayâmes un siphon qui descendait à 6m et nous conduisit ensuite dans une première cavité libre de 54m de long.

A l'extrémité, nous nous enfonçâmes de nouveau, mais nous rencontrâmes l'eau sous des voûtes mouillantes, ce qui nous força à l'abandonner.

Nous fîmes creuser à la dynamite une galerie artificielle de 5m² de section, visant l'extrémité connue des galeries de Saint-Sol.

---

(1) Armand Viré, *Grotte préhistorique de Lacave* (Lot) (*L'Anthropologie*, t. XVI, 1905).

Au bout de 36^m, nouveau vide de 27^m de long, puis nouveau siphon conduisant à l'eau dans les mêmes conditions. Nous reprîmes la galerie artificielle et pendant 15 mois, jour et nuit, nous continuâmes d'avancer à travers le roc.

Enfin le 27 mai 1905, à 1^h du matin, après 400^m de parcours en plein rocher, le roc cessait et nous entrions dans une série de galeries totalement insoupçonnées.

Leur hauteur moyenne était de 20^m avec un maximum de 60^m (Grand Dôme) et leur longueur de 610^m. Leur ornementation est tellement extraordinaire que nous les livrâmes de suite au public, après y avoir installé la lumière électrique.

Une des salles, le Grand Dôme, était orientée dans la direction des galeries de l'Igue Saint-Sol, et quelques sondages nous firent trouver l'orifice, encombré d'argile, d'une galerie basse allant dans la direction cherchée. Nous la déblayâmes et cheminâmes encore l'espace de 150^m, lorsqu'une grève de nos ouvriers nous arrêta, à moins de 100^m du but; nous n'avons pas encore repris les travaux dans cette direction.

Cependant, outre le percement vers Saint-Sol, une autre question hantait notre esprit, tâcher de retrouver le passage actuel des eaux.

Un point bas se trouvait au bout d'une salle dite *du Lac,* et nous avions songé dès le début à y faire des sondages, pensant trouver là une série de galeries nouvelles devant nous conduire à la rivière rêvée.

Là s'accumulaient les suintements de l'hiver, formant une nappe d'eau, qui pendant plusieurs années arrêta nos projets.

Ce n'est qu'en novembre 1908 que ce point se trouva suffisamment desséché pour que nous pussions y entreprendre des sondages.

Les ouvriers s'enfoncèrent de 10^m dans un bouchon compact, formé de couches alternatives de stalagmite très dure et d'argile.

Enfin le 11 juin 1909 nous trouvions une cavité libre de 55^m de long, puis une série de petits dômes réguliers, d'un diamètre moyen de 10^m, d'une hauteur moyenne de 6^m, séparés les uns des autres par des étranglements de quelques centimètres de diamètre. Le 18 juin, de déblais en déblais, nous arrivions au bord d'une rivière souterraine se poursuivant sur 120^m de long, et se terminant sous un siphon que nous espérons forcer à bref délai. L'ornementation de la vaste salle qui contient cette rivière est de toute beauté.

Tel est le résumé des efforts faits de 1902 à 1909 pour vérifier nos présomptions, et nous pouvons dire que le résultat en est satisfaisant.

Mais la découverte de la rivière souterraine a pour nous encore un autre

intérêt. Nous avons parlé jadis ici même ([1]) d'un projet de laboratoire zoologique souterrain. Nous avons là maintenant le local tout trouvé.

Nos premières expériences au laboratoire des Catacombes ([2]), effectuées dans des conditions un peu trop artificielles, nous ont cependant donné des résultats par trop encourageants pour que nous ne soyons pas en droit d'espérer quelque chose de vraiment complet et de vraiment décisif d'observations continues effectuées dans une vraie rivière souterraine et dans un milieu vraiment naturel.

GÉOLOGIE. — *Sur les zones morphologiques de la Suisse occidentale.* Note de M. **E. Romer**, transmise par M. Michel Lévy.

Les observations si exactes de J. Brunhes et les spéculations de W. Kilian ont démontré que la plupart des traits caractéristiques de la sculpture des vallées glaciaires sont le résultat, non pas du creusement par le glacier lui-même, mais de l'érosion sous-glaciaire et interglaciaire. Les grands gradins qui se trouvent le long du profil longitudinal des vallées glaciaires, et qui constituent l'un des traits importants du paysage glaciaire, ne sont cependant pas explicables par l'érosion des eaux courantes seules. Ce phénomène et les grands lacs marginaux qui en sont la conséquence, sont-ils dus au surcreusement ?

Me basant sur les Cartes de l'Atlas Siegfried, j'ai dessiné un grand nombre de profils longitudinaux des vallées du bassin du Rhône, de l'Aar, de la Sarine, ainsi que des régions voisines du bassin du Tessin. Les profils coloriés au moyen des Cartes géologiques ont fait ressortir l'influence tectonique passive sur ce phénomène. Les gradins distingués suivant leur hauteur en cinq classes (150^m, 300^m, 500^m, 750^m et au-dessus de 750^m) et les lignes de plus forte érosion actuelle, reportés sur la Carte générale de la Suisse (1 : 250000), m'ont donné un aperçu de quelques traits morphologiques intéressants pour la Suisse, que je vais signaler.

I. Les grands gradins situés sur le profil longitudinal des vallées se trouvent dans une série de roches dont la dureté est très variable ; les roches dures dominent aux points les plus accentués du profil. Puisque le granit

---

([1]) Armand Viré, *La faune souterraine du Puits de Padirac* (*Comptes rendus*, 28 mars 1904). — *La Biospéléologie* (*Comptes rendus*, 5 décembre 1904).

([2]) Armand Viré, *Sur quelques expériences effectuées au laboratoire des Catacombes du Muséum d'Histoire naturelle* (*Comptes rendus*, 14 mars 1904).

intrusif de Verampio, le gneiss d'Antigorio ou les quartzites du Trias se montrent sur le fond plat des vallées et que les couches du flysch ou les marnes néocomiennes se trouvent sur l'emplacement des grands seuils, *on peut en conclure que ces faits ne sont pas davantage en accord avec les règles du surcreusement qu'avec celles de l'érosion fluviatile normale.*

Les grands gradins manquent ordinairement au voisinage de la confluence des anciens glaciers.

On peut encore remarquer que la zone des grands seuils s'étend jusqu'à une ligne tectonique : la zone des Cols de Renevier.

Le territoire des Hautes-Alpes se distingue cependant par un trait dynamique qui est en désaccord frappant avec la pente formidable des thalwegs et des versants montagneux; je veux mentionner l'extrême faiblesse de l'érosion actuelle expliquant le fait bien connu de la conservation si fraîche du modelé des vallées glaciaires. La destruction des seuils n'y est pas en rapport avec la pente et la masse d'eau; en outre, l'érosion est normale dans les versants exposés au Sud et au Sud-Est.

La faiblesse de l'érosion dans les vallées secondaires est en connexion avec un transport peu considérable dans les vallées principales : d'où résultent leur masse énorme en terrains de comblement et leur richesse en cônes de déjection et d'alluvion.

La zone des Hautes-Alpes est donc caractérisée par le dépérissement général du modelé actuel par les eaux courantes.

II. En dehors des Hautes-Alpes, dans les Préalpes, les grands seuils disparaissent. On n'en remarque aucun aux confluences des glaciers du bassin de la Sarine, de la Singine et de la Simme; les interruptions exceptionnelles de la courbe d'érosion sont liées ici aux bancs durs (la Jogne). Ce phénomène doit être bien distingué de celui des grands gradins hauts-alpins.

Au lieu de seuils, il existe ici des régions à forts courants séparant des bassins d'accumulation; ceux-ci croissent vers l'aval et finissent par de grandes cuvettes sèches ou souvent inondées.

La zone des bassins d'accumulation et des lacs, spécialement dans la Suisse occidentale est limitée, elle aussi, par une ligne tectonique : l'axe anticlinal de la molasse.

III. Dès que l'on franchit le dernier grand accident de la molasse, on entre dans la troisième zone morphologique de la Suisse : c'est le Plateau, légèrement ondulé, construit horizontalement. *Dans cette région, l'érosion par l'eau courante atteint son maximum.*

Tous les fleuves, quittant les bassins d'accumulation, traversent le Plateau dans des gorges profondes et étroites. Le profil longitudinal irrégulier des vallées est en accord avec leur profil transversal aigu; les petits ruisseaux arrivent par d'importantes ruptures de niveau dans les vallées principales. Ce phénomène est frappant, surtout si on le compare aux différences insignifiantes des deux niveaux de dénudation. La plate-forme elle-même est pauvre en eaux courantes. Les filets d'eau divaguent en toutes directions; quelques-uns, quoique assez importants, se dirigent parfois au Sud, vers les Alpes.

Les régions morphologiques doivent avoir une raison morphogénétique, et je ne peux la trouver qu'en retournant aux anciennes idées, développées d'une façon si exacte par Albert Heim et ses célèbres prédécesseurs tels que Studer et Desor. Les mouvements dus au tassement des Alpes ne sont cependant pas suffisants pour expliquer l'ensemble des zones morphologiques suisses. *La morphologie des deux zones alpines exige l'hypothèse de plusieurs mouvements épéirogéniques, auxquels l'ensemble des Alpes a pris part.*

Le mouvement de soulèvement a été dans la suite remplacé par un mouvement d'affaissement.

Comme conséquence absolue de ce dernier, nous ne pouvons constater que l'existence des lacs et des grands bassins d'accumulation dans les Préalpes, ainsi que le fait étonnant de la faiblesse de l'érosion dans les Hautes-Alpes. Ces différents phénomènes ne sont explicables que par un abaissement continu de ce territoire jusqu'à nos jours.

La présence des grands lacs marginaux est due à deux causes : *d'une part, à l'abaissement des Alpes en bloc et, d'autre part, au mouvement de bascule qui a fait du même coup monter le Plateau suisse.*

La morphologie de celui-ci est celle d'un pays en voie de rajeunissement; c'est la région classique qui a donné l'impulsion aux premières grandes idées morphologiques.

SISMOLOGIE. — *Sur les tremblements de terre des 11 et 23 juin.* Note de M. Alfred Angot.

A la suite du tremblement de terre du 11 juin, un questionnaire a été adressé à MM. les Maires de toutes les communes (4508) des 17 départements du Sud-Est. Les réponses parvenues à l'heure actuelle, au nombre de 2603, permettent déjà, non de tracer avec précision les lignes isoséistes, mais de fixer assez exactement l'extension du phénomène. Le Tableau suivant donne pour chaque département le nombre total des réponses, celui

des réponses affirmatives, constatant que le phénomène a été réellement observé dans la commune, et enfin le rapport de ces deux nombres en centièmes. Ce rapport indique ainsi la fraction relative de la surface du département où le tremblement de terre a pu être constaté directement.

Départements.	Réponses. Nombre total.	Réponses. Affirmatives.	Proportion en centièmes.
Bouches-du-Rhône	88	88	100
Var	116	114	98
Vaucluse	130	127	98
Alpes-Maritimes	67	61	91
Gard	298	270	91
Basses-Alpes	177	145	82
Hérault	197	155	79
Drôme	89	33	37
Pyrénées-Orientales	98	28	29
Ardèche	229	64	28
Hautes-Alpes	113	22	19
Aude	249	47	19
Lozère	87	14	16
Haute-Loire	164	25	15
Tarn	190	27	14
Aveyron	106	14	13
Ariège	205	7	3

La surface relative éprouvée est très grande dans les sept premiers départements et décroît rapidement dans les départements suivants.

Les documents parvenus montrent qu'en dehors de la zone généralement ébranlée et parfois à des distances assez grandes, il existe des îlots isolés où le tremblement de terre a été également ressenti. Il sera intéressant de rapprocher ce phénomène des particularités géologiques. Parmi ces îlots très éloignés de la région centrale, on peut signaler l'arrondissement de Sarlat (Dordogne), où plusieurs personnes, assises ou couchées, ont ressenti les secousses. Une observation analogue m'a été transmise par le gardien du phare de Contis (Landes), qui se trouvait alors dans la lanterne du phare. Enfin, à l'Observatoire de Bordeaux-Floirac, les astronomes de service n'ont rien ressenti directement; mais la pendule sidérale Fénon 27, munie d'un échappement à ressort, s'est arrêtée à $21^h17^m30^s$ (temps moyen de Paris).

Depuis le tremblement de terre du 11 juin, une autre secousse a été ressentie le mercredi 23 juin, vers 19^h45^m (temps moyen de Paris) dans le

département de la Vendée. Elle a été notée dans les sept communes suivantes : les Herbiers, les Quatre-Chemins-de-l'Oie, Saint-Fulgent, Chavagne-en-Paillers, Chauché, La Rabatalière et Bazoges-en-Paillers. Les secousses avaient la direction SW-NE et ont duré environ 2 secondes; leur intensité ne paraît pas avoir dépassé au maximum le degré IV de l'échelle Mercalli.

Depuis le 11 juin, les deux sismographes du Parc-Saint-Maur n'ont, du reste, enregistré aucun mouvement microsismique appréciable.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un essai de défense contre la grêle.* Note de M. **de Beauchamp**. (Extrait.)

Saint-Julien-l'Ars (Vienne) où j'habite était souvent atteint par la foudre. Quelquefois de violentes chutes de grêle ravageaient les récoltes et particulièrement les vignes. En 1885, les dégâts furent très élevés.

Le parc du château était foudroyé tous les ans, les plus beaux arbres étaient détruits. Les habitants du pays prétendaient qu'il y avait un véritable courant orageux dont le cours semblait à peu près fixe. De fait, les observations semblaient confirmer cette hypothèse.

En 1899, je profitai de la construction d'un clocher élevé pour y faire adapter, par un spécialiste de Paris, un conducteur à lame de cuivre aboutissant à la nappe aquifère.

De fait, à Saint-Julien-l'Ars, il n'y eut plus de coups de foudre dans le parc ni dans les environs. Est-ce l'effet du hasard? La grêle disparut; on a signalé en 10 ans une petite chute à 800^{m} du poste en amont dans la direction du vent.

M'étant trouvé à Saint-Julien-l'Ars pendant une période très orageuse, il me sembla être dans un oasis, tandis qu'à droite et à gauche le tonnerre faisait rage.

Sans rien préjuger de l'avenir, il me parut qu'il y avait lieu de continuer les essais. J'étudiai un barrage électrique Est-Ouest, de Poitiers au Blanc; cette direction barre celle Sud-Ouest des orages annuels, est bien desservie et comprend des localités importantes, ce qui permettrait des observations plus faciles.

L'expérience seule pourra déterminer l'importance de la protection obtenue et guider pour l'écartement des postes et bien d'autres détails.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles observations sur les courants telluriques entre stations à grande différence d'altitude.* Note de MM. B. **Brunhes** et P. **David**, présentée par M. Bouty.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 21 décembre 1908) nous avons signalé nos études, poursuivies depuis 1904, sur les *courants telluriques* dans une ligne télégraphique allant de la Faculté des Sciences de Clermont au sommet du Puy de Dôme et nous avons appelé l'attention sur un double caractère de ces courants : 1° grande différence de potentiel normale entre stations extrêmes; 2° valeur exceptionnellement élevée des perturbations par temps de trouble magnétique. Ces deux propriétés semblaient, *a priori*, corrélatives. *Nous avons reconnu, au contraire, qu'elles tiennent à des portions différentes de la ligne.*

Nous avons établi deux prises de terre intermédiaires, l'une à la station de la Font-de-l'Arbre, l'autre au pied même du Puy de Dôme, dans la plaine de Laschamps, et mesuré la différence de potentiel moyenne sur chacun des trois tronçons ainsi constitués. Le Tableau suivant définit la position des prises de terre et donne les différences de potentiel :

Station où est une prise de terre.	Altitude.	Distance horizontale du P. de D.	Direction de la ligne droite allant du P. de D. à la station.	Distance horizontale entre deux stations successives.	Direction de la ligne droite allant de chaque station à la suivante.	Différence de potentiel moyenne : avec le P. de D.	Différence de potentiel moyenne : sur le tronçon.
	m	m		m		volt	volt
Puy de Dôme	1465	0				0	
				1200	S 36° E		+1,8
Laschamps	935	1200	S 36° E			+1,8	
				2520	E 13 N		+0,2
Font-de-l'Arbre....	812	3180	E 7° S			+2,0	
				6700	E 3 N		−0,3
Clermont (Faculté).	400	9850	E			+1,7	

Le potentiel à chaque station a une très faible variation diurne par calme magnétique. Mais il y a une variation annuelle qu'il y aura lieu de préciser et qui arrive, parfois, à rendre incertain le sens du courant pris entre Laschamps et la Faculté. En tous les cas, le potentiel passe par un maximum à la Font-de-l'Arbre. *Et la grosse différence de potentiel normale existe entre le sommet et le pied de la montagne.*

Pour localiser les différences de potentiel occasionnelles provenant des orages magnétiques, nous avons enregistré *à la fois*, pendant un certain nombre de nuits, en mai et juin 1909, le courant tellurique sur le tronçon

Puy de Dôme à Laschamps (à l'aide du milliampèremètre enregistreur de la station du sommet) et le courant tellurique sur le tronçon Font-de-l'Arbre à la Faculté (à l'aide d'un galvanomètre shunté et de l'enregistrement photographique). On a d'ailleurs pris la précaution d'enregistrer souvent le courant sur la ligne entière avec les deux enregistreurs de type différent, en série aux deux bouts, et de vérifier l'identité des courbes obtenues. De part et d'autre, on graduait les courbes en insérant dans la ligne, durant 5 ou 10 minutes, un accumulateur chargé, ce qui donnait directement, et indépendamment de la résistance des prises de terre, la valeur de l'ordonnée en volts.

Tous les troubles magnétiques enregistrés ont donné une perturbation plus forte sur le tronçon Font-de-l'Arbre à la Faculté que sur le tronçon Laschamps au Puy de Dôme, et non seulement plus forte en valeur absolue, mais plus forte rapportée au kilomètre.

Prenons pour exemple la nuit du 18 au 19 mai 1909. Le 18, entre $21^h 20^m$ et $21^h 28^m$, la différence de potentiel sur la ligne Font-de-l'Arbre à la Faculté a varié de 1,875 volt, soit 280 $\frac{\text{millivolts}}{\text{kilomètre}}$. Au même moment, le courant sur la ligne Laschamps au Puy de Dôme a subi une variation correspondant à moins de 0,12 volt, soit moins de 100 $\frac{\text{millivolts}}{\text{kilomètre}}$.

Les courbes ont été comparées à celle de Tortosa. Le courant Est-Ouest à Tortosa a donné une courbe semblable à la nôtre, mais avec une amplitude de perturbations beaucoup plus faible. La perturbation de $21^h 28^m$ correspond seulement à 14 $\frac{\text{millivolts}}{\text{kilomètre}}$. Par contre, le courant Nord-Sud à Tortosa a présenté, la nuit du 18 au 19, des perturbations atteignant 300 $\frac{\text{millivolts}}{\text{kilomètre}}$.

La comparaison d'autres périodes troublées a donné des résultats du même ordre.

Le rapprochement des courbes de Tortosa et des nôtres permettrait de conclure à une absence de proportionnalité entre les composantes perpendiculaires dés perturbations aux deux observatoires, c'est-à-dire à une différence dans la direction des courants telluriques, si notre tronçon Nord-Sud (ou au moins dont la composante principale est Nord-Sud) n'était pas en même temps très incliné par rapport à l'horizon : il faudrait avoir une ligne Nord-Sud en plaine, ou à peu près, ce qui nous manque.

Mais une double conclusion s'impose dès maintenant : *La sensibilité de notre ligne Est-Ouest aux perturbations magnétiques, sensibilité de l'ordre de vingt fois celle de la ligne Est-Ouest de Tortosa, ne tient pas à l'énorme diffé-*

rence d'altitude entre le Puy de Dôme et Clermont. Il est donc raisonnable de penser qu'en d'autres stations on pourra établir des lignes télégraphiques courtes de sensibilité analogue.

Les lignes Est-Ouest sont caractérisées par la faiblesse de la variation diurne des courants telluriques qui les traversent en temps de calme. Tandis que dans les observatoires magnétiques d'Europe, en général, on caractérise comme journées *calmes* (o de la conférence d'Innsbruck) les journées où les variations accidentelles de la déclinaison, par exemple, n'ont pas atteint le *tiers* (ou, en certains cas, la *moitié*) de l'amplitude de la variation diurne du même élément et comme journées *très troublées* (2 d'Innsbruck) celles où les variations accidentelles ont dépassé l'amplitude de la variation diurne, nous avons été conduits à noter du chiffre o les journées où les perturbations sur notre ligne Est-Ouest n'ont pas atteint 50 millivolts par kilomètre, et à réserver le degré 2 aux journées où les perturbations ont dépassé 170 millivolts par kilomètre. Et la publication trimestrielle du *Caractère magnétique* prouve que notre classement des jours du mois concorde aussi bien avec ceux que donnent les autres observatoires magnétiques, que ceux-ci entre eux.

La recherche des régions où il serait possible d'avoir des lignes dirigées de l'Est à l'Ouest, à faible variation diurne, et à grande sensibilité aux perturbations, recherche qu'autorisent nos résultats, aurait, à côté d'un intérêt théorique considérable, un intérêt pratique de premier ordre, en fournissant le moyen le plus simple d'inscrire les troubles magnétiques.

M. L. Schlussel adresse un Mémoire *Sur la détermination des valeurs absolues des actions vives dans les voies ferrées.*

(Renvoi à l'examen de MM. Léauté et Sebert.)

M. A. Étévé adresse une Note et un Mémoire *Sur le vol des oiseaux et les ornithoplanes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.